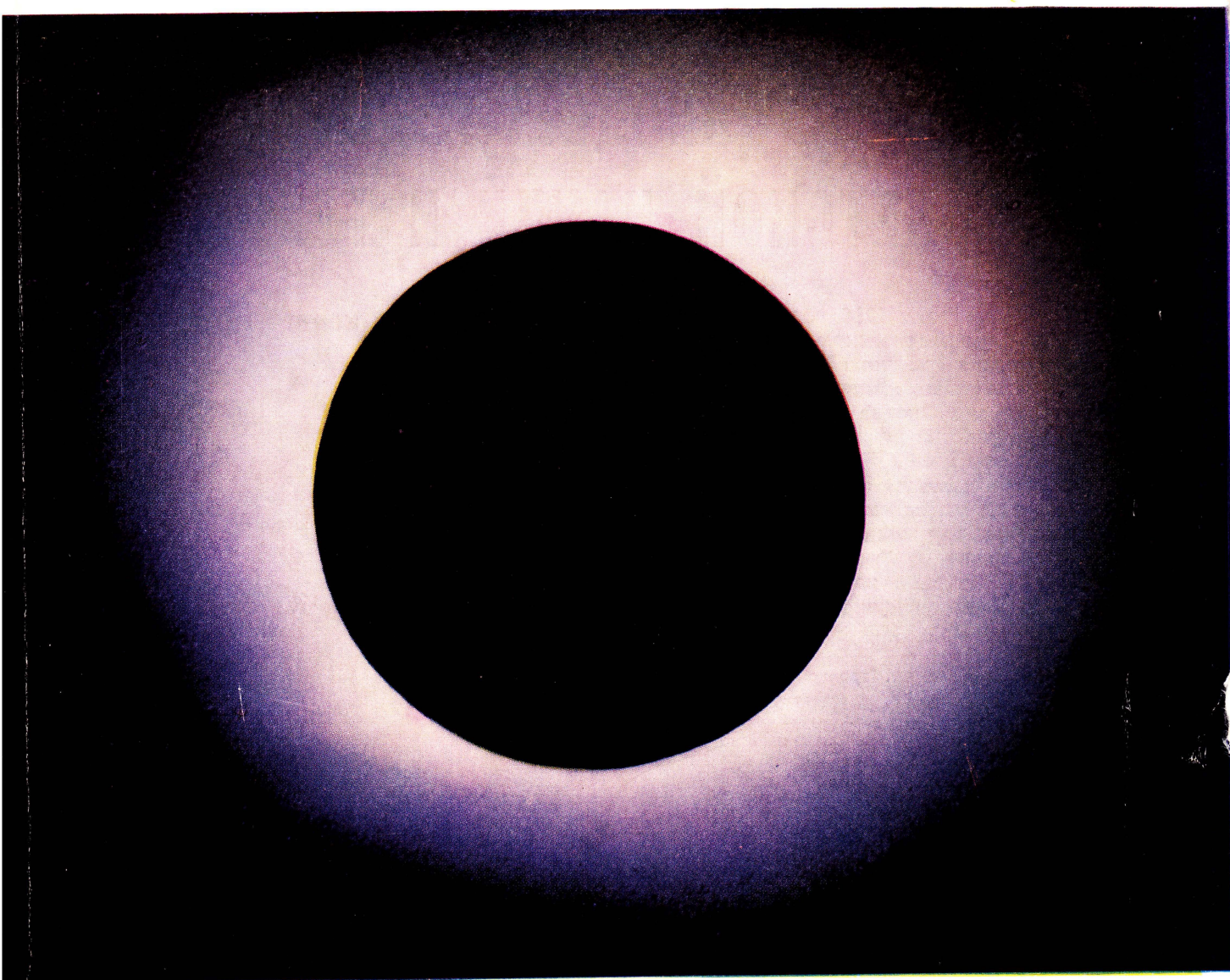




ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

1

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

1966

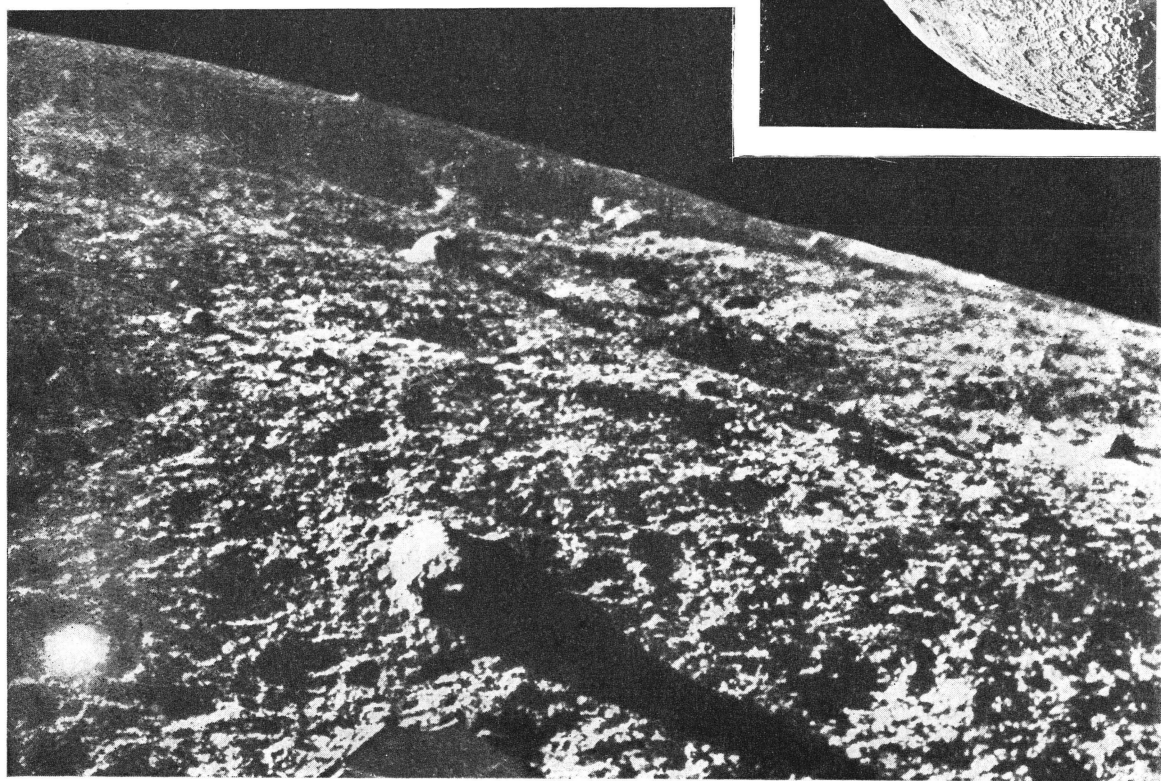
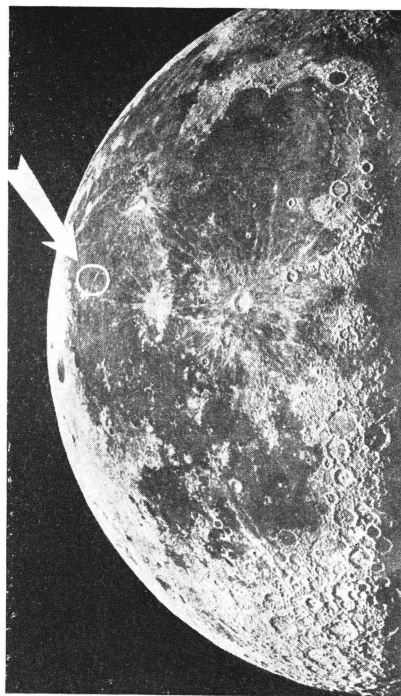
НОВОЕ ВЫДАЮЩЕЕСЯ ДОСТИЖЕНИЕ СОВЕТСКОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

3 февраля 1966 года в 21 час 45 минут 30 секунд по московскому времени советская автоматическая станция «Луна-9», запущенная 31 января, осуществила мягкую посадку на поверхность Луны в районе Океана Бурь, западнее кратеров Рейнер и Марий. [В точке с координатами $7^{\circ}08'$ северной широты и $64^{\circ}22'$ западной долготы].

По команде с Земли 4 февраля в 4 часа 50 минут по московскому времени станция «Луна-9» начала обзор лунного ландшафта и передачу его изображения на Землю.

5 февраля намеченная программа исследования Луны успешно завершена.

►
Стрелкой указан район прилунения автоматической станции «Луна-9»



Снимок лунного ландшафта, видимого со станции «Луна-9». Внизу снимка видны части станции

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

В НОМЕРЕ

Я. Л. Альперт — Ионосфера, радио, искусственные спутники Земли	2
Р. Киппенхан, А. Вайгер — Почему пульсируют звезды типа дельта Цефея?	10
В. В. Михневич — На пороге космического пространства	17
В. А. Бронштэн — Марс вблизи	22
К. Я. Кондратьев, В. Л. Гаевский, В. Н. Конашенков, А. И. Решетников — Лунная метеорологическая обсерватория	27
О. Д. Докучаева — Страницы истории астрономической фотографии	33

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Е. П. Левитан — Форум астрономо-геодезической общности нашей страны	42
Н. С. Благоволин — Современные движения земной коры	50
А. В. Артемьев — Проблемы планетной космогонии	53

ЭКСПЕДИЦИИ

Е. Д. Заклинская, Г. Б. Удинцев — Под килем «Витязя» — Индийский океан	56
М. Н. Гневышев — За лунной тенью на острова Кука	64
Б. Ю. Левин — Комета Икейа-Секи	74
Б. И. Силкин — Новая карта рельефа дна Тихого океана	77

ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В. М. Вахнин, А. И. Лебединский — Радишумы и температура Венеры	79
---	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

М. М. Шемякин. — В помощь любителям, строящим самодельные телескопы. Беседа 3.	82
М. А. Мильхикер — Постройте сами телескоп-рефрактор! Встреча любителей астрономии СССР и Голландии	88

А. В. Буткевич — По следам легенды о Сурамском туннеле	91
--	----

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Е. В. Миловидов — Марки об антарктических экспедициях во время МГГ	92
--	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

В издательстве «Наука»	95
----------------------------------	----

На обложке: 1-я стр. — Фотография солнечной короны 30 мая 1965 г., полученная пулковскими астрономами.
4-я стр. — Научно-исследовательское судно «Витязь». Спуск буя. Фото Г. Б. Удинцева.

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР



ЯНВАРЬ — ФЕВРАЛЬ

1966

ГОД ИЗДАНИЯ ВТОРОЙ

1

ИОНОСФЕРА, РАДИО, ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

Я. Л. АЛЬПЕРТ

доктор физико-математических наук

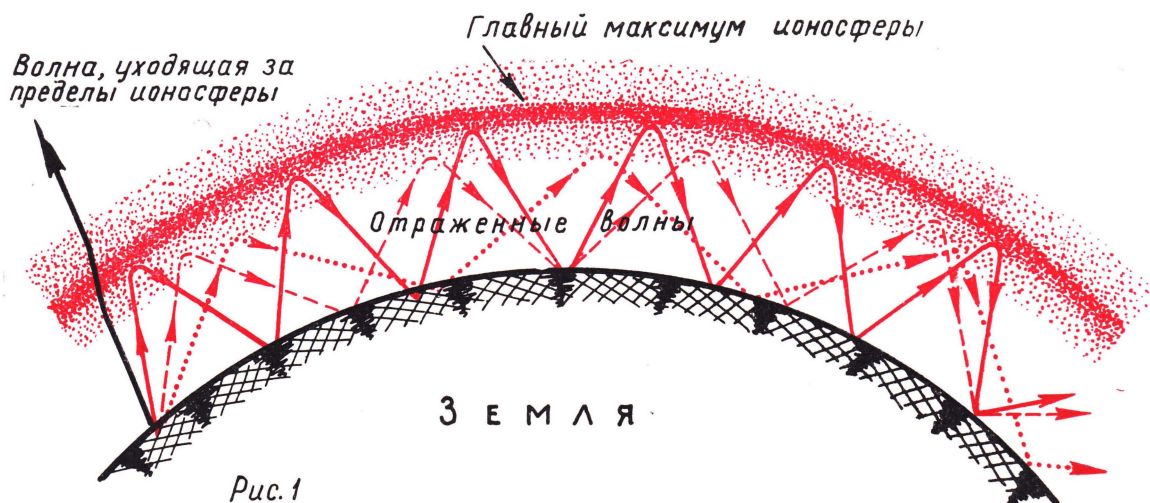


Рис. 1

Что такое ионосфера — сейчас, пожалуй, общеизвестно. Этот научный термин возник примерно 30 лет назад. Экспериментально (с помощью радиоволн) было доказано существование ионосферы в 1925 г.

Особенно популярным слово ионосфера стало в эпоху искусственных спутников Земли. Действительно, жизнь спутника начинается и проходит главным образом в ионосфере. Информация от космической ракеты, где бы она ни находилась, получается с помощью радиоволн, проходящих через ионосферу. Радиосвязь с космонавтами осуществляется тоже через ионосферу. Именно радио и сделало известной ионосферу.

Верхние слои атмосферы, начиная с высоты в 60—70 км, ионизованы. Они представляют собой плазму, состоящую из нейтральных частиц (атомов и молекул) и свободных заряженных частиц (электронов и

ионов). Поэтому ионосфера, подобно зеркалу, отражает радиоволны определенной частоты. Вот почему сигналы коротковолновых радиостанций принимаются даже сантипода. Волны, отражаясь многократно между поверхностью Земли и ионосферой (рис. 1), могут даже совершать несколько кругосветных путешествий. Вблизи от Земли ионосфера имеет максимум. Высота его изменяется в различных условиях примерно в пределах 250—400 км, здесь концентрация электронов максимальна и достигает 10^6 — $5 \cdot 10^6$ см⁻³. С укорочением длины (с увеличением частоты) радиоволны отражаются от ионосферы на все большей высоте. При некотором значении частоты они перестают отражаться и выходят во внешнюю часть ионосферы, покидая затем пределы Земли. Поэтому ультракороткие радиоволны уже не задерживаются ионосферой

около Земли. Вместе с тем, ультракороткие волны и волны сантиметровой длины, излучаемые со спутника или космической ракеты, проходят на Землю свободно, однако отнюдь не беспрепятственно. Они теряют часть энергии в ионосфере, искривляют в ней свой путь; уширяется спектр частот переносимых ими сигналов, изменяется время их распространения.

Как видим, для правильного использования радиосистем спутников или ракет важно знать, как устроена ионосфера.

До запуска искусственных спутников Земли основная информация о характере ионизации ионосферы и других ее свойствах была получена с помощью радиоволн, отражаемых от ионосферы, а не проходящих через нее. Таким образом изучалась (и то с недостаточной полнотой) лишь нижняя, можно сказать, незначительная часть ионосферы до высоты ее главного максимума в 300—400 км. Данных об областях ионосферы, лежащих выше максимума электронной концентрации, фактически никаких не было.

Некоторые исследователи предполагали, что концентрация частиц во внешней ионосфере очень быстро убывает с высотой. Высказывалось также предположение, что ионосфера кончается там, где главной составной частью газовой оболочки Земли становятся протоны — ионизованные атомы водорода, поскольку было хорошо известно, что из них состоит межпланетная среда. Однако опыты последних двух-трех лет, как мы увидим дальше, показали, что протоны преобладают уже на высотах в 1000—1200 км. Внешняя же ионосфера, живущая жизнью Земли, регулируемая многими ее процессами, связанная силами ее тяготения, тепловым балансом и управляемая магнитным полем Земли, простирается по крайней мере до высот в 8000—10 000 км и выше. Где «кончается» собственно ионосфера, мы еще не знаем.

Установление «границ» в физике имеет лишь условный характер и часто является бессмысленным занятием. Вместе с тем весьма важно знать, каково состояние плазмы в пограничной, переходной области: внешняя ионосфера — межпланетная среда, как изменяется здесь структура ионосферы. Без этого вряд ли можно построить достаточно исчерпывающую теорию образования ионосферы Земли, понять, как образуются ионосферы других планет. Круг этих вопросов — одна из фундаментальных

проблем, решаемых с помощью спутников. Именно после запуска спутников начались непосредственные исследования внешней ионосферы; спутники главным образом и привели к тем данным, которые мы имеем теперь.

Запуск искусственных спутников Земли связан с ионосферой и в другом, не менее важном и интересном отношении. Как известно, изобретение самолетов выдвинуло необходимость исследования обтекания их набегающими потоками газов, создания теории трения самолета в атмосфере, исследования характера возбуждения его корпуса и экспериментального изучения этих явлений. Запуск искусственных спутников Земли выдвинул вопрос об изучении электромагнитных эффектов, возникающих при их обтекании набегающим потоком ионосферной плазмы. Для тел, обтекаемых ионосферной плазмой, эти явления и их теория во многих отношениях значительно сложнее, чем для тел, движущихся в газе, состоящем из нейтральных атомов и молекул. Изучение этих эффектов представляет самостоятельный физический интерес, однако оно особенно необходимо при решении ряда задач на спутниках. В частности, многие опыты в этой лаборатории, движущейся в плазме со сверхзвуковой скоростью, не могут быть правильно истолкованы и даже поставлены, если неизвестен характер явлений, происходящих в окружающей ее области плазмы, если неизвестны законы взаимодействия этой лаборатории со средой.

В настоящей статье автор хотел бы кратко ознакомить читателей с состоянием и направлением ряда исследований ионосферы в указанных двух аспектах. В известной мере наступил момент, когда можно подвести некоторые итоги этим работам. Результаты, которые описываются в статье, получены в основном с помощью спутников серий «Космос» и «Электрон».

ВНЕШНЯЯ ИОНОСФЕРА

Весьма важной характеристикой внешней ионосферы является **средняя зависимость электронной концентрации от высоты**. Если достаточно быстро получать высотные зависимости электронной концентрации, скажем, вдоль одной и той же вер-

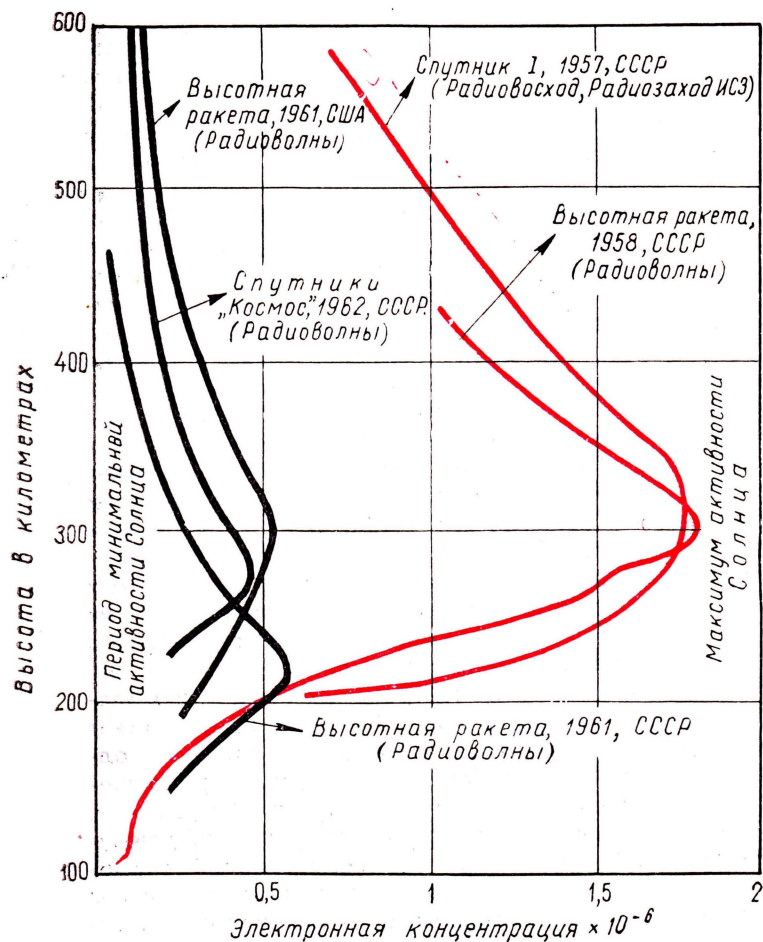


Рис. 2

тикали, последовательно через интервалы времени в несколько минут, час или день, то соответствующие кривые не будут точно одинаковыми. То же самое будет наблюдаться, если одновременно проводить измерения в различных точках, удаленных друг от друга даже на несколько десятков километров. Объясняется это многими причинами. Например, неоднородностью состава, плотности и температуры ионосферы, суточным и годовым движением Земли, постоянством ультрафиолетового излучения Солнца — главного источника ионизации ионосферы, и другими причинами.

Поэтому для изучения общих физических закономерностей (например, высотного хода и баланса ионизации), объясняющих образование ионосферы, необходимо

прежде всего знать средние особенности высотного хода электронной концентрации, сглаживающей влияние множества побочных, более быстрых во времени, или еще более изменчивых в пространстве процессов. На некоторые из таких быстрых явлений в ионосфере мы укажем дальше. Естественно, что интервалы осреднения, например величины электронной концентрации во времени, каждый раз определяются в зависимости от поставленной задачи и исследуемых эффектов. В этом отношении единичные высотные зависимости электронной концентрации, полученные быстро и последовательно друг за другом, позволяют судить о характере их изменчивости во времени или от точки к точке.

Зависимость электронной концентрации во внешней ионосфере до высоты в 600 км, полученная в различных опытах на спутниках и высотных ракетах с помощью радиоволн в период максимума и близко к минимуму солнечной активности, показана на рис. 2. Здесь видно, как сильно изменяется электронная концентрация с 11-летним циклом активности Солнца.

Общий характер изменения концентрации заряженных частиц до высоты в 6000—10 000 км изображен на рис. 3. Две кривые на этом рисунке построены по данным наблюдений с помощью научных станций «Электрон» и спутников серии «Космос». В опытах использовались измерения разности доплеровских смещений частоты когерентных радиоволн, излучавшихся с ИСЗ радиостанцией «Маяк». Далее на рисунке изображена кривая, полученная в Перу наземными средствами. Интересно, что в последних опытах также применялись радиометоды, а именно ультракороткие радиоволны, проходящие во внешнюю ионосферу. Хотя эти волны, как уже указывалось, не отражаются от ионосферы, однако небольшая доля энергии падающих на нее волн рассеивается в обратном направлении электронами и принимается на Земле. По спектру энергии принимаемых рассеянных волн можно изучать различные свойства ионо-

На рис. 3 также приведены результаты определения концентрации электронов с помощью так называемых свистящих атмосфериков, т. е. сигналов гроз, канализруемых в ионосфере на далекие расстояния вдоль силовых линий магнитного поля и возвращающихся обратно на Землю.

В среднем электронная концентрация

ние о том, что ионосфера Земли быстро переходит в межпланетную среду.

Причину такого хода электронной концентрации пока еще невозможно сколько-нибудь уверенно объяснить. Не исключено, что это указывает на наличие локального (географического) характера высотных свойств внешней ионосферы или ре-



гулярного изменения горизонтального градиента электронной концентрации. Однако возможно, что такое распределение электронов вызывают направленные потоки — ветры (скорости которых изменяются с высотой), крупномасштабные плазменные волны или электрические поля в ионосфере.

Фундаментальным фактом является открытие новых свойств состава внешней ионосферы с помощью спутников. Некоторые результаты измерений распределения ее процентного состава в зависимости от высоты на спутнике «Электрон» показаны на рис. 4. В этих опытах использован весьма тонкий по своему принципу и осуществлению прибор — радиочастотный масс-спектрометр ионов.

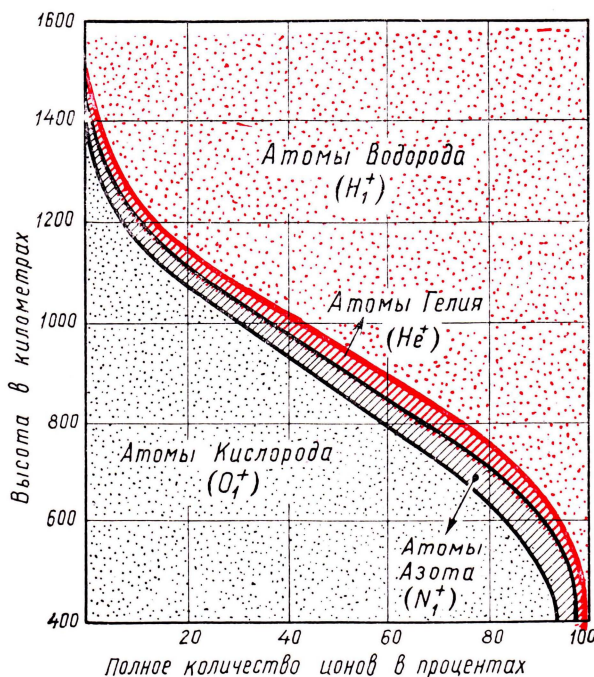
В чем суть этих данных? Мы увидим, что они не только новы, но в известной мере даже несколько загадочны.

Что видно из рис. 4?

В нижней части внешней ионосферы преобладают ионы атомарного кислорода (O_1^+). Начиная с высоты в 400—500 км появляются гелий (He^+) и атомы водорода (H_1^+). Содержание гелия всюду небольшое. Однако количество водорода быстро растет с высотой, и выше 1000—1200 км почти 100% ионов водорода. Эти данные получены днем летом 1964 г. Однако в опытах на третьем спутнике в 1958 г. было зарегистрировано, что на высоте в 900—1000 км преобладают ионы кислорода (O_1^+). 1958 и 1964 гг. отличаются тем, что они соответствуют различным эпохам солнечной активности: в 1958 г. был период максимума пятен на Солнце, а 1964 г. близок к периоду минимума пятен. Означает ли это, что высотный ход состава ионов изменяется с циклом солнечной активности? На этот вопрос можно будет определенно ответить лишь в будущем. Загадочное обстоятельство состоит, однако, в следующем. Ночью (по результатам измерений на спутниках и опытам, проведенным в США методом некогерентного рассеяния радиоволн) в области высот в 700—1000 км преобладает уже не водород, а гелий!

Таким образом можно сказать, что у основания внешней ионосферы (высота 400—500 км) безусловно преобладают ионы кислорода (O_1^+), выше (1200—1400 км), по-видимому, ионы водорода (H_1^+), а что происходит в промежуточной области, точно еще не ясно. Быстрое изменение состава ионо-

сферы от дня к ночи кажется на первый взгляд невероятным. Куда исчезают ионы гелия днем? Почему они появляются ночью? Можно уверенно сказать, что объяснение подобного типа эффектов не может быть тривиальным. Возможно, это связано со сложного характера изменениями спектра ионизирующего агента и характера микропро-



цессов, т. е. взаимодействия падающего излучения со средой. Необходимо, однако, прежде всего выяснить, как изменяется состав нейтральных частиц на этих высотах. Ближайшая задача состоит в том, чтобы проверить изложенные выше уже известные факты и другие новые данные о внешней ионосфере.

Рассмотрим еще одно интересное свойство ионосферы. Детальное его изучение стало возможным также с помощью спутников. Ионосфера по своей природе **беспокойная, изменчивая среда**. И не только в том смысле, что в ней происходят более или менее регулярные и достаточно медленные суточные, сезонные, широтные и другого характера вариации различных величин.

В ионосфере **непрерывно возникают и быстро исчезают неоднородные образования**, движущиеся в различных направлениях. Время жизни этих **ионизованных облаков** может достигать лишь секунд; оно зависит от размеров неоднородностей, высоты и различных свойств ионосферы. Неоднородности рассасываются (исчезают) из-за быстрой диффузии частиц, так как ионосфера — сильно разреженная среда.

Однако почему они непрерывно возникают? Какие механизмы регулируют эти процессы? Какой источник энергии их питает? Эти вопросы остаются до сих пор без ответа. Теоретически решить их сложно. Для их объяснения прежде всего необходима более широкая и надежная экспериментальная информация. Изучение неоднородной, изменчивой структуры ионосферы представляет большой интерес для физики плазмы. Это поможет вскрыть природу неустойчивости сильно разреженной плазмы, характер возбуждаемых в ней плазменных волн, природу турбулентности. Практически знать поведение неоднородных образований очень важно. Из-за них происходит «мерцание» радиоволн, проходящих через ионосферу, уширение спектра их сигналов и другие явления.

Основные величины, характеризующие неоднородности, это их размер и «интенсивность», т. е. флуктуации электронной концентрации (отклонения электронной концентрации в облаках от электронной концентрации в окружающей среде). При этом важно иметь непрерывные спектры этих величин в широких пределах.

В физических экспериментах получение непрерывных спектров всегда первостепенная, однако часто сложная задача.

Спектры значительно расширяют кругозор изучаемых явлений, способствуют их пониманию. Во внешней ионосфере весьма важно было бы, например, получить **непрерывный спектр энергии электронов и ионов** от электрон-вольта до нескольких десятков килоэлектрон-вольт. Однако до сих пор таких надежных данных нет.

Эксперименты последнего времени на спутниках «Электрон» позволили определить непрерывные спектры флуктуаций электронной концентрации и размеры неоднородностей от 1—2 км до нескольких сот километров. Они отличаются двумя существенными особенностями. Наиболее

часто наблюдаются неоднородные образования размером в 15—30 км. Весьма устойчивы также размеры в 8—10 км, однако их в несколько раз меньше. Имеется так же резко выраженный максимум в области 1—2 км, который не изображен на рис. 5. Спектры флуктуаций также имеют выраженный максимум, т. е. чаще возбуждаются облака определенной «интенсивности» (рис. 5). Эти свойства ионизованных облаков, по-видимому, свидетельствуют о **регулярно действующих** в ионосфере **механизмах** их возбуждения. Каковы они, могут выяснить будущие опыты. Важно для этого, в частности, получить более определенные данные об их высотном распределении.

В заключение этого раздела следует подчеркнуть, что рассмотренные свойства внешней ионосферы не были не только предсказаны теоретически, но до сих пор еще не имеют определенного теоретического объяснения. Это указывает на известный застой в развитии теории ионосферы, наблюдающийся, как представляется автору, в последние 10—15 лет. Первоначально развитие исследований ионосферы шло быстро. Теория часто опережала опыт. Однако на известном этапе в экспериментальных исследованиях ионосферы наступил период рутинных работ. Эксперименты не вскрывали новых качеств ионосферы, не углубляли изучение ее физических свойств, а лишь детализировали старые данные. Спутники прорвали эту плотину. Новые явления, наблюдаемые в опытах последних лет, неожиданные закономерности, подчас противоречивые и непонятные, частично описанные в этой статье, лягут в основу более общей и углубленной теории образования ионосферы и происходящих в ней процессов. Сейчас несомненно наступает это время.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СПУТНИКОВ С ПЛАЗМОЙ

Изучение эффектов взаимодействия спутников с ионосферой, в отличие от исследований внешней ионосферы, в настоящее время основано главным образом на теоретических работах. Это новая глава физики плазмы. Основные результаты получены нашими учеными. Эксперименты в этой области очень сложны. Они требуют тонких и точных измерений вокруг движущегося спутника. Для опытов в лаборатор-

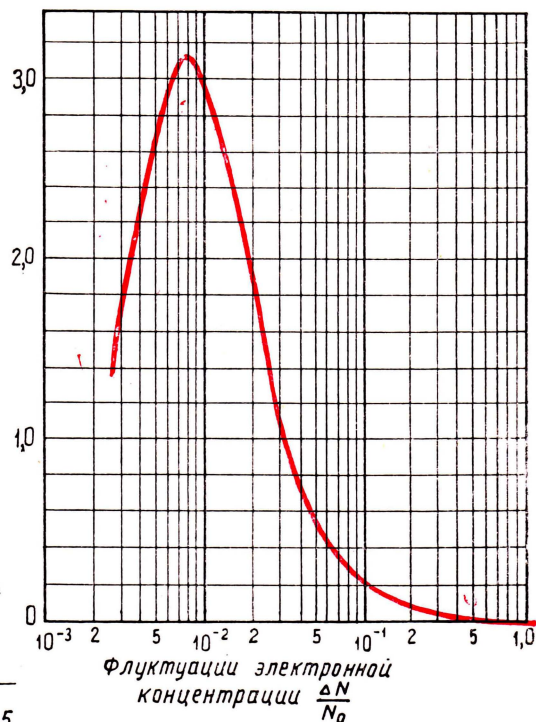
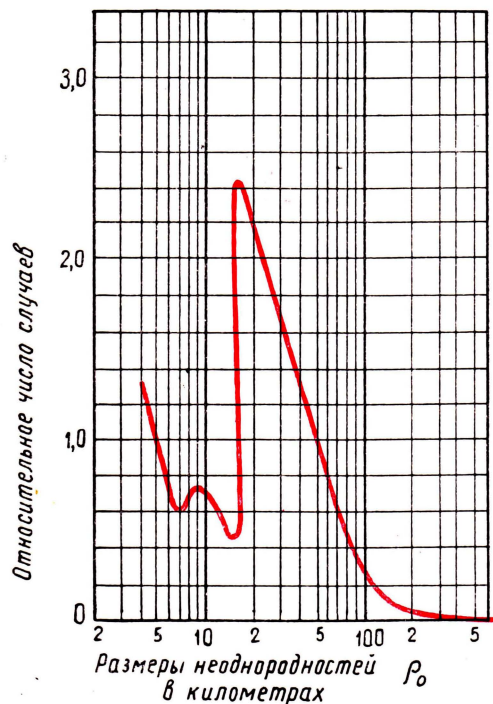


Рис. 5

ных условиях необходимо создать большие помещения с высоким вакуумом, достигающим 10^{-9} — 10^{-12} атм и ниже, исключить влияние стенок, создать потоки ионизованных частиц и т. д. Все это требует высокой техники экспериментов. Некоторые из технических задач еще непреодолимы. Вместе с тем ныне имеется ряд результатов измерений на спутниках и в лабораторных условиях, которые можно уже сопоставлять с теорией этих явлений.

Основная особенность движения спутника в ионосфере состоит в том, что он как бы выметает ионизованные и нейтральные частицы, за телом образуется **разреженный след**. Спереди, наоборот, сжимается набегающий поток частиц — **образуется область сгущения**. Связано это с тем, что спутник движется в ионосфере со сверхзвуковой скоростью, т. е. со скоростью, значительно превышающей тепловую скорость атомов, молекул и ионов. Из различных описаний сверхзвукового движения самолетов в атмосфере известно, что за подобным телом образуется так называемый конус Маха. Это коническая поверхность, ограничивающая область возмущений, возникаю-

щих сзади тела в набегающем потоке газа. Легко понять, что створ угла в вершине конуса определяется отношением скорости частиц (скорость звука) к скорости тела, так как в это число раз частицы движутся медленнее и **«отстают»** от тела. Образование такой конической тени в известных условиях происходит и при движении спутника в ионосфере. Однако здесь явления значительно сложнее и вообще нельзя уже говорить о конусе Маха.

Чем же отличается движение спутника в плазме от движения самолета в атмосфере?

Спутник движется в сильно разреженной среде, где длина свободного пробега всех частиц значительно больше размеров тела. Поэтому правильное описание явления требует учета распределения скоростей всех частиц, окружающих тело, характера их движения (их траекторий). Набегающие частицы среды нельзя уже рассматривать как сплошной поток — «жидкость», что можно делать, изучая движение самолетов. Говоря теоретическим языком, обтекание тела происходит уже **не гидродинамически** (аэродинамически), а **кинетически**. Далее,

скорость ионов, как более тяжелых частиц, в 100 и большее число раз превышает скорость электронов. Это приводит к образованию электрических полей вокруг тела, так как траектории движения ионов и электронов не совпадают, хотя ионы и удерживают свободные электроны вблизи от себя. К тому же сам спутник, двигаясь в плазме, заряжается. Существенным образом картина усложняется из-за влияния магнитного поля Земли: электроны и ионы движутся по спиралеобразным кривым, радиусы которых отличаются примерно в 100 раз. Важным становится, в каком направлении движется тело относительно направления магнитного поля Земли.

В итоге область плазмы, окружающая спутник, приобретает сложную структуру, существенно отличающуюся от структуры невозмущенной плазмы, в которой тело движется. Это неоднородное облако как бы переносится вместе со спутником.

Структура неоднородного облака плазмы, окружающего тело, существенно зависит от расстояния до него. Вблизи тела вдоль его оси концентрация частиц в 10, 100 и большее число раз меньше невозмущенной концентрации. Благодаря влиянию электрического поля, возникающего в плазме, наибольшее разрежение ионов и электронов возникает на далеких расстояниях от тела не вдоль оси его движения, а сбоку от нее. Вдоль оси, наоборот, частицы фокусируются. При некоторых потенциалах тела фокусировка может быть настолько сильной, что за телом в окрестности его движения образуется не разрежение, а сгущение. Схематически «облако», переносимое с телом, изображено на рис. 6. Магнитное поле Земли приводит к периодической структуре концентрации частиц и сжимает область возмущения. Область разрежения имеет уже скорее цилиндрическую, чем коническую форму. На следе тела должно происходить сильное рассеяние радиоволн. Энергия рассеяния в ряде случаев в сотни раз больше энергии волн, отражаемых самим телом.

Рассмотренные эффекты были теоретически предсказаны советскими учеными, а в последнее время некоторые из них частично подтверждены в различных экспериментах. Так, в Англии исследовали угловое распределение концентрации частиц за спутником. Оказалось, что оно довольно

близко совпадает с теоретическими кривыми. В лабораторных опытах в США установлен эффект фокусировки частиц около оси движения тела и сгущение частиц при достаточно больших потенциалах тела. В опытах с плазмой, помещенной в магнитном поле, обнаружена периодическая структура концентрации частиц, в согласии с теоретическими расчетами.

Мы видим, что эффекты вокруг спутника в плазме разнообразны и интересны. Они отличаются особенностями, имеющими общее значение для физики плазмы. Изучение их, однако, очень важно для правильной постановки и интерпретации ряда экспериментов на спутниках. Дальнейшее развитие этой области, возникшей в связи с запуском спутников, требует существенного расширения опытов. Ситуация здесь такова, что постановка того или иного опыта должна быть подчинена теории, или, наоборот, расчет должен точно соответст-

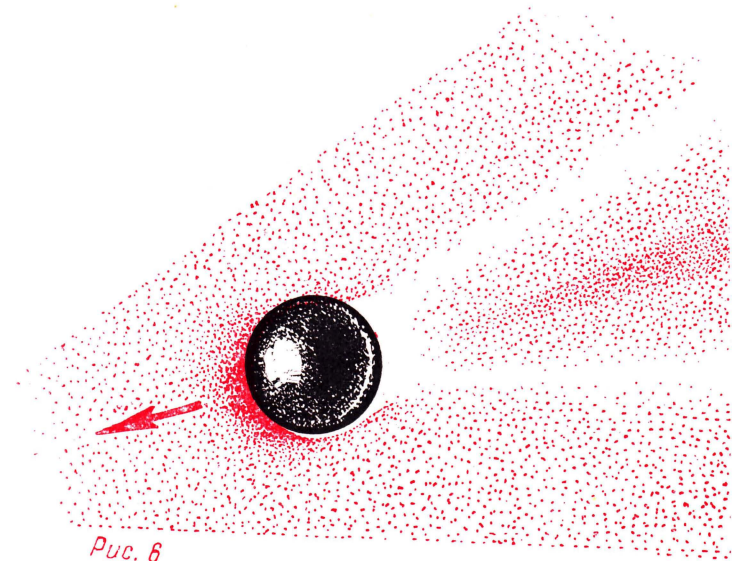


Рис. 6

вовать условиям опытов. Без этого детальное сравнение эксперимента с теорией очень затруднено.

Автор надеется, что эта статья, дополняя множество других популярных статей, опубликованных в нашей литературе, покажет читателю, сколь грандиозна и многогранна для развития науки эпоха спутников. Хотелось бы также отметить исключительную роль, которую играют в этих исследованиях радиометоды.

ПОЧЕМУ ПУЛЬСИРУЮТ ЗВЕЗДЫ ТИПА ДЕЛЬТА ЦЕФЕЯ?*

Р. КИППЕНХАН, А. ВАЙГЕРТ

Цефеиды — это переменные звезды, которые отличаются правильным характером изменения блеска. Колебания блеска вызваны пульсацией поверхности этих звезд. Когда звезда раздута, поток излучения от нее незначителен. При сжатии размеры звезды уменьшаются, а светимость ее растет. Последнее объясняется тем, что светимость зависит не только от размеров звезды, но и от температуры. В максимуме блеска звезда горячее, чем в минимуме. Периоды пульсаций цефеид заключены между 1 и 40 сутками. Амплитуда изменения блеска зависит от длины волны излучения. В синей части спектра колебания потока излучения более глубоки, чем в области более длинных волн.

Важнейшим аргументом в поддержку теории пульсации звезд типа δ Цефея служит периодическое изменение лучевой (т. е. направленной по лучу зрения к наблюдателю) скорости звезды, показывающее, что в максимуме блеска звезда имеет наибольшую отрицательную скорость (поверхность звезды движется к наблюдателю), а в минимуме — наибольшую положительную скорость. Кривая изменения лучевой скорости является

как бы зеркальным отражением кривой изменения блеска. Периоды изменения блеска и лучевой скорости совпадают. С помощью кривой изменения лучевых скоростей можно определить изменение радиуса звезды.

Значительный вклад в разработку теории пульсации цефеид внес советский математик С. А. Жевакин. Его работа «Создание теории пульсационной звездной переменности» выдвинута на соискание Ленинской премии 1966 г.

Цефеиды — звезды-сверхгиганты. Средний радиус их примерно в 100 раз больше радиуса Солнца, а светимости превышают солнечную в тысячи и десятки тысяч раз. Светимость и цвет звезды типа δ Цефея существенно зависят от периода пульсаций: чем больше период, тем ярче цефеида и тем она краснее.

На диаграмме спектр — светимость** есть полоса, внутри которой располагаются все звезды типа δ Цефея. Расчеты эволюции звезды с массой 7 масс Солнца показывают, что такая звезда в процессе развития может охладиться до температуры 5300° — тогда она обязательно попадет в полосу цефеид и начнет пульсировать. Звезда с массой 7 солнечных масс пересекает полосу цефеид 5 раз и 5 раз становится

цефеидой. Самая длительная стадия пребывания в состоянии цефеиды — вторая — продолжается 350 000 лет; третья и четвертая стадии примерно вдвое короче; первая и пятая совсем короткие — их продолжительность всего несколько тысяч лет.

Частота пульсаций определяет период изменения блеска звезды. Ее можно вычислить для каждой стадии. Так, для второй стадии период составляет в среднем 14 дней. Период зависит от строения звезды. Когда она в ходе эволюции движется через полосу цефеид на диаграмме спектр — светимость, ее период изменяется. Если звезда эволюционирует слева направо (т. е. становится более холодной и красной), ее период увеличивается, при движении в противоположном направлении — уменьшается. В среднем он изменяется на 0,03 секунды за период.

Важнейшее свойство цефеид, открытое в 1912 г. мисс Ливитт, — зависимость период — светимость. Оказалось, что цефеиды с одинаковыми периодами имеют одинаковую светимость; чем больше период, тем ярче цефеида. Это соотношение позволяет определять расстояния до внегалактических объектов, на нем основана шкала расстояний во Вселенной. Объяснение этой эмпирической зависимости получено лишь в самое последнее время на основе теории звездной эволюции.

* Журнал «Sterne und Weltraum», № 7/8, 1965 г. Перевод с немецкого В. Архиповой.

** См. Ю. Н. Ефремов. Жизнь звезд. «Земля и Вселенная», № 2, 1965 г.

Ответ на вопрос, почему пульсируют звезды типа δ Цефея, уже в 1926 г. дал Эддингтон в книге о внутреннем строении звезд. Но в 1944 г. Артур С. Эддингтон умер, так и не узнав, как близок он был еще за 20 лет до смерти к решению этой проблемы. В 1952 г. советский математик С. А. Жевакин внес в эту проблему существенный вклад. Однако на его работу сначала почти не обратили внимания. Лишь в 1960 и 1961 гг. точные вычисления подтвердили, что теория Эддингтона — Жевакина в целом объясняет пульсацию звезд типа δ Цефея. Хотя мы и сегодня весьма далеки от понимания в деталях всех особенностей звезд типа δ Цефея, вопрос о причине их пульсации теперь несомненно решен правильно.

Попробуем пояснить причину цефеидной пульсации на простой модели, с помощью которой, конечно, можно показать лишь самые важные эффекты.

ЗВЕЗДЫ В РАВНОВЕСИИ

Звезда удерживается своей собственной тяжестью. Гравитация препятствует разбрасыванию звездного газа в пространство вследствие газового давления. В свою очередь, газовое давление внутри звезды не позволяет звезде полностью спадаться до предельно малых размеров. У нормальной звезды сила тяжести и газовое давление равны.

Это свойство равновесия звезды можно пояснить на простой модели. На рис. 1, а подвижной тяжелый поршень закрывает сверху цилиндр так плотно, что газ не может проникнуть между поршнем и стенками цилиндра. В цилиндре находится газ, который сжат поршнем и не может улетучиться. Хотя вес поршня тянет его вниз, поршень не может упасть на дно цилиндра, если в нем есть газ (воздух). Точнее, поршень остается в покое на определенной высоте

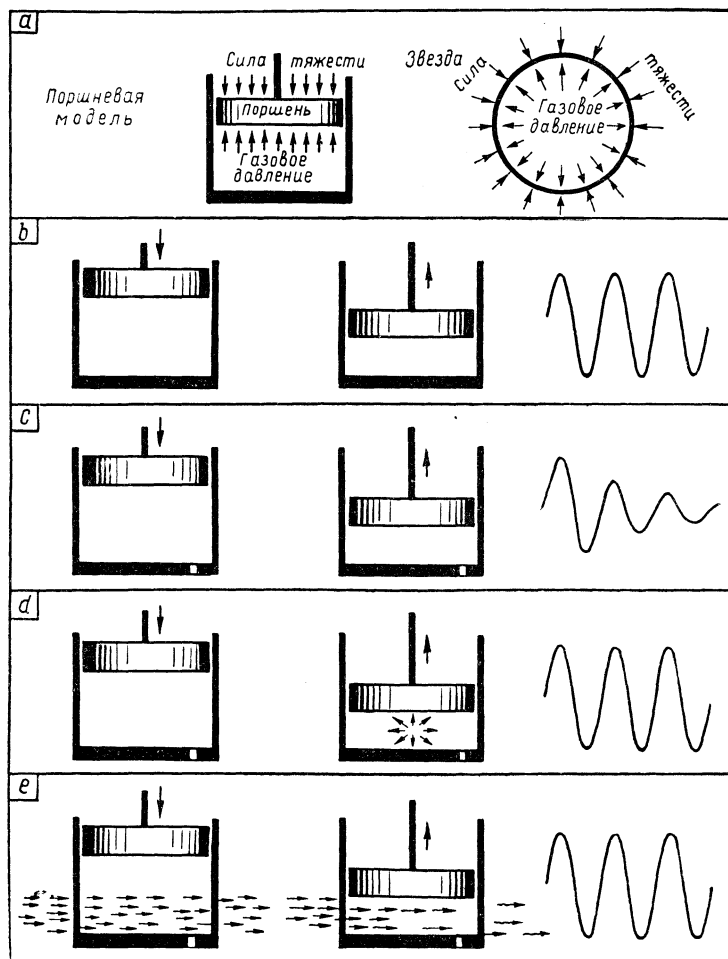


Рис. 1. а — равновесие между весом и давлением газа в модели цилиндра и у звезды; б — незатухающие (периодические) колебания поршня в газе при хорошей теплоизоляции; с — затухающие колебания поршня вследствие плохой теплоизоляции, через течь в дне цилиндра (не заштриховано) газ может обмениваться теплом с окружающей средой; д — в момент сжатия производится больше ядерной энергии, чем в положении равновесия, и поршень с силой толкается вверх. Этот механизм дизельного мотора может поддерживать незатухающие колебания, несмотря на плохую теплоизоляцию; е — в момент сжатия поглощается больше энергии из проходящего излучения, чем в положении равновесия, и поршень с силой движется вниз. Этот κ -механизм может равным образом поддерживать незатухающие колебания, несмотря на плохую теплоизоляцию

те (в зависимости от веса и размеров его и от газового давления) над дном цилиндра. Если же из этого положения равновесия поршень толкнуть вниз, то он сильно

сожмет газ, газовое давление возрастет, и поршень снова поднимется и займет положение равновесия. В нормальном состоянии, т. е. когда поршень находит-

ся в покое, действующие на него вес и противоположно направленное давление газа как раз уравновешивают друг друга. Подобное состояние и соответствует нормальной звезде.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Если в нашей модели поршень из положения покоя силой двинуть вниз, а затем отпустить, то он начнет колебаться, потому что газ в цилиндре действует как пружина. Если поршень находится ниже положения равновесия, то газовое давление велико по сравнению с весом поршня, и поршень устремляется вверх; если поршень выше положения равновесия, то газовое давление слишком мало, и тяжесть гонит поршень вниз (рис. 1, b). Между тем поршень не сразу достигает положения равновесия; если он пришел в движение, то по инерции проскакивает мимо положения равновесия и колеблется, как маятник.

Итак, приведенный в движение поршень колеблется около среднего положения. Для упрощения мы допустим, что цилиндр и поршень — очень хорошие непроходники тепла. Тогда газ действует, как идеальная пружина. Вся энергия, которую получает газ от поршня при сжатии, снова возвращается поршню (в виде энергии движения и потенциальной энергии) при расширении. В свою очередь поршень при сжатии снова передает свою энергию газу и т. д. Энергия не теряется (эффекты трения мы считаем пренебрежимо малыми). В этой модели периодические колебания сохраняются как угодно долго. Незатухающее колебание означает, что максимальное отклонение поршня от среднего положения (амплитуда) остается постоянным. Период колебания зависит от свойств нашей модели, например от массы поршня и от средней температу-

ры газа. Можно легко дать формулу для периода.

В грубом приближении звезды ведут себя подобным же образом. Если заставить звезду со всех сторон равномерно сжиматься, а затем прекратить действие сжимающих сил, то повышенное давление газа будет гнать вещество наружу, и звезда проскочит через положение равновесия. Однако затем сила тяжести окажется сильнее, чем газовое давление, и газ снова устремится в направлении центра звезды. Звезда станет радиально пульсировать. Однажды выведенная из равновесия она будет продолжать колебания. Период колебания при этом можно вычислить (подобно периоду колебаний нашей модели), если известны свойства звезды, ее масса, распределение температуры во внутренних слоях, т. е. если известно ее внутреннее строение.

Следовательно, если известно внутреннее строение некоторой звезды типа δ Цефея, то мы можем определить ее период колебания, не зная, собственно, причины пульсации. Однако насколько подходит к колеблющейся звезде предположение, которое мы делали в модели цилиндра, а именно, что колеблющееся вещество теплоизолировано (вследствие чего никакая энергия не ускользает наружу)? Это свойство как раз и делает колебания незатухающими, так как лишь такие однажды возбужденные колебания сохраняются без дополнительной затраты энергии. В этом случае, например, энергия, вырабатываемая в центре, может проходить через вещество звезды в форме излучения, которое затем с поверхности звезды посылается в пространство. Но звездное вещество наверняка не полностью изолировано от потери энергии (поток тепла). Поэтому придется изменить рассмотренную ранее модель цилиндра.

ЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ

Звезда колеблется не полностью теплоизолированно (не адиабатически). Модель цилиндра более применима к условиям звезды, если в некотором месте нарушена теплоизоляция цилиндра (рис. 1, c). Хотя газ через эту пробину не должен просачиваться наружу, тепло (т. е. энергия) может уходить из цилиндра в окружающее пространство или, наоборот, поступать из окружающего пространства. Эта «тепловая течь» показана на дне цилиндра (не заштриховано). Поместим цилиндр в среду, температура которой в точности равна температуре газа в цилиндре в положении равновесия. Если поршень толкнуть вниз, он сожмет газ в цилиндре и при этом нагреет его. Теперь часть тепла через «тепловую люк» уйдет из нагретого цилиндра в неизменяющееся окружающее пространство, так как без изоляции тепло всегда распространяется из области с более высокой температурой в область с более низкой. Как следствие этого, температура и давление в цилиндре возрастают меньше, чем в случае, когда теплообмен между окружающим пространством и цилиндром отсутствует. По этой же причине поршень несколько слабее выталкивается вверх и уходит от положения покоя не так далеко. Теперь при расширении газ охлаждается, и некоторое количество тепловой энергии утекает в цилиндр из окружающей среды. Не вовремя! Потому что из-за притока тепла температура и давление газа несколько повышаются, тогда как вес поршня уже тянет его вниз. Так раз за разом колебания становятся все меньше. Модель цилиндра колеблется с затуханием. Начальная энергия колебания отдается в окружающее пространство в виде тепловой энергии; поршень, наконец, приходит в состояние покоя.

Так и ведет себя нормальная звезда. Когда при колебании она сжимается, в ней образуются области, которые сильно нагреваются (они соответствуют газу в модели цилиндра) и такие, которые меньше нагреваются (они соответствуют среде, окружающей цилиндр). Тогда — прежде всего во внешних слоях звезды — возникает поток тепла между различными нагретыми областями, который гасит колебания звезды. Точные вычисления показывают, что звезда, подобная звезде типа δ Цефея, искусственно приведенная в колебание таким способом, снова должна оказаться в покое через 5000—10 000 колебаний, т. е. примерно через 100 лет. Но из наблюдений мы знаем, что сама звезда δ Цефея пульсирует со времени своего открытия в 1784 г. с неумещающей силой. Где же мотор, который устойчиво поддерживает колебания такой звезды, хотя согласно существующим представлениям она должна «затихнуть» за сравнительно короткое время? Эддингтон в своей книге о внутреннем строении звезд обсудил две возможности устойчивого колебания звезды.

КАК ЖЕ РАБОТАЮТ ЗВЕЗДЫ ТИПА δ ЦЕФЕЯ: КАК ДИЗЕЛЬНЫЕ МОТОРЫ ИЛИ С ПОМОЩЬЮ РАДИАЦИОННОГО КЛАПАНА?

Теперь мы мысленно введем в наш цилиндр водород при такой высокой температуре, которая господствует во внутренних частях звезд. При этом ядра атомов водорода могут переплавляться в ядра гелия. При каждой отдельной переплавке освобождается определенная величина энергии. Такие ядерные реакции очень чувствительны к температуре, они тотчас же учащаются, если температуру хотя бы слегка повышают. Превраще-

ние происходит само по себе медленно, так что в течение каждого колебания расходуется лишь очень небольшая доля водорода. В цилиндре в положении равновесия ядерные реакции постоянно вырабатывают тепловую энергию, которая уходит в окружающее пространство через «тепловой люк». Если теперь поршень снова быстро опустить вниз, то газ в цилиндре нагреется вследствие сжатия. При этом энергии освободится больше, чем в положении равновесия, так как теперь больше водородных атомов переплавляется в гелий. Внутренняя температура, а также внутреннее давление повышаются при этом значительнее, чем в случае, когда ядерная энергия не выделяется. Из-за этого поршень с увеличенной силой толкается вверх (рис. 1, d). Аналогично поддерживаются колебания поршня у дизельного мотора, несмотря на затухание, обусловленное наличием «теплового люка».

Звезда как дизельный мотор — соблазнительная мысль для возможности удерживать в колебании звезду типа δ Цефея! Звезда и без того продолжительное время выделяет энергию путем ядерных реакций; если она сжимается, то производит в области своего центра больше ядерной энергии, чем обычно. Когда же она раздута, энергии выделяется значительно меньше, и звезда начинает сжиматься.

Но в 1936 г. английскому астрофизику Т. Г. Коулингу удалось количественно показать, что у звезды типа δ Цефея этот механизм недостаточен для преодоления затухания. Дело в том, что если звезда колеблется, то колеблются преимущественно внешние слои, температура которых слишком низка для ядерных реакций. Напротив, звездные недра, и прежде всего горячая область центра, где происходят ядерные реакции, затрагиваются крайне

мало и очень мало изменяют температуру. Центральная область еле-еле замечает колебания внешних слоев, и ядерной энергии в звезде в момент наибольшего сжатия выделяется едва ли больше, чем в момент ее наибольшего расширения. Следовательно, у звезд типа δ Цефея этот столь наглядный механизм дизельного мотора практически не действует. Однако вполне возможно, что он действует у других звезд.

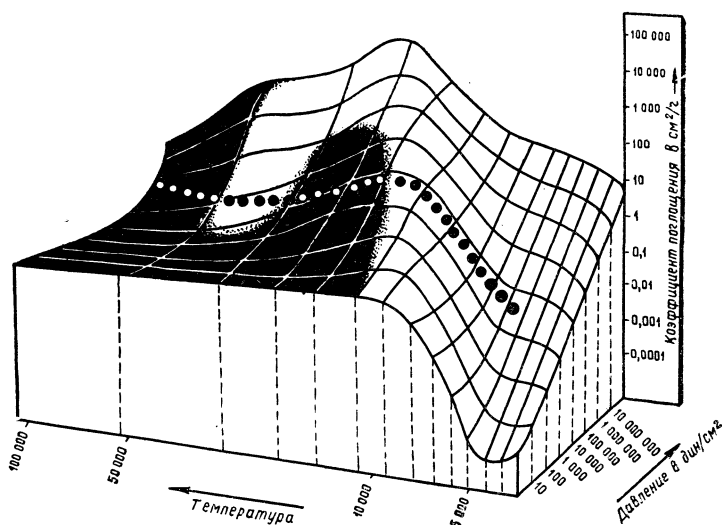
В своей книге Эддингтон обратил внимание также на другой возможный механизм, который должен работать не в центральной области звезды, а в ее внешних слоях, сильно колеблющихся. Эти слои, как упоминалось, имеют столь низкую температуру, что в них ядерные процессы не протекают; они пронизываются сильным излучением, приходящим из центра. Чтобы пояснить это, мы представим себе наш цилиндр при более низкой температуре, но дополнительно пронизываемый излучением, которое газ в цилиндре передает слева направо (рис. 1, e). Может, вероятно, показаться противоречивым, что, с одной стороны, материал цилиндра должен быть очень хорошим теплоизолятором, а с другой — цилиндр должен пропускать излучение. В принципе этого можно было бы добиться, если, например, взять рентгеновское излучение и если вещество цилиндра не допускает никакого теплообмена между газом в нем и окружающей средой, но обладает определенной прозрачностью для рентгеновского излучения. Пусть, далее, газ в цилиндре не полностью прозрачен и поглощает из-за этого часть излучения. Вследствие этого он будет сначала несколько нагреваться до тех пор, пока различие температур газа в цилиндре и окружающей среде не станет таким, что через отдушину в теплоизоляции

за одну секунду газ будет излучать ровно столько энергии, сколько он поглощает ее из проходящего излучения. Тогда поршень снова достигнет положения равновесия.

Количество поглощаемого излучения определяется особенностями газа, его так называемым коэффициентом поглощения, который указывает, какая доля входящего излучения поглощается слоем вещества толщиной 1 см и плотностью 1 г/см³. Величина коэффициента, вообще говоря, изменяется с температурой и плотностью газа.

Нарушим равновесие в цилиндре и сместим поршень на небольшое расстояние вниз. Газ сожмется, давление и температура возрастут. Возможны два случая: коэффициент поглощения при сжатии станет больше или меньше. Если при сжатии коэффициент возрастает, то газ поглощает больше энергии из проходящего излучения, чем в положении покоя. Потеря тепла, возникающая из-за течи, может компенсироваться этой добавкой энергии. Из-за избыточного давления поршень поднимается вверх так же сильно, как при отсутствии затухания, и проходит мимо первоначального положения покоя. Но тогда газ становится разреженнее и холоднее, чем в положении равновесия, и коэффициент поглощения вследствие этого уменьшается. Газ получает меньше энергии, чем в положении покоя, но это компенсируется притоком тепла из окружающей среды, и состояние газа не изменяется. Следовательно, колебание коэффициента поглощения выравнивает обмен тепла с окружающей средой. Поршень движется вверх — вниз без затухания. Если у некоторого слоя в звезде коэффициент поглощения изменяется подобным образом, то тогда распространяющееся по звезде излучение может возбуж-

Рис. 2. Трехмерная модель абсорбционного свойства газа во внешних слоях звезды (χ -поверхность). Текущая высота поверхности дает величину коэффициента поглощения χ в см²/г для заданных значений давления и температуры. Давление задается в дин/см² (1 млн. дин/см² составляет около 1 атм). Пунктирная линия показывает, какие комбинации давления и температуры встречаются во внешних слоях звезды типа δ Цефея. Правый конец пунктирной кривой лежит на поверхности. Движение влево вдоль кривой соответствует углублению внутрь звезды. В светлой области поверхности поглощение возбуждает колебания, области, закрашенные черным, не возбуждаются. Следовательно, звезда типа δ Цефея имеет две области возбуждения. Снаружи (справа на рисунке) — первая область. Более глубоко, разделенная областью затухания (далее влево), располагается вторая область возбуждения. Еще дальше вглубь (еще левее) звездное вещество опять гасит колебания



дать в ней колебания, а также преодолевать эффекты затухания. Когда звезда сжимается, излучение, идущее из недр звезды наружу, не может свободно пройти через рассматриваемый слой. Недра нагреваются и разгоняют звезду. Она раздувается после сжатия. Если звезда находится в состоянии наибольшего раздутия, то снова уменьшается тормозящее действие поглощения. Наружу может выходить больше энергии, чем обычно, недр охлаждаются, и звезда сжимается. За расширением следует сжатие. Поглощение звездного вещества в отношении излучения, идущего

наружу, работает как клапан, который открывается и закрывается в ритме пульсаций. Мы назовем это χ -механизмом.

Этот механизм был описан уже в книге Эддингтона (1926 г.). А теперь — трагическое обстоятельство. Во времена Эддингтона знали лишь грубую приближенную формулу коэффициента поглощения внутри звезды, так называемую формулу Крамерса. Согласно ей, поглощение при сжатии всегда уменьшается. Тогда вместо описанных выше выступают противоположные эффекты, абсорбционный механизм действует как раз в ложном направ-

лении. Теперь в модели цилиндра при большем сжатии поглощается меньше излучения, чем в нормальном состоянии, и энергии не только недостаточно для поддержания колебаний, но такие процессы поглощения даже гасят их. По этой причине Эддингтон сам отверг κ -механизм.

НОВОЕ ОБСУЖДЕНИЕ С. А. ЖЕВАКИНЫМ СТАРОЙ ИДЕИ

К началу 50-х годов абсорбционные свойства звездного газа были исследованы значительно лучше. Стало известно, что старое приближение Крамерса (которое в конце концов принудило Эддингтона к отказу от выдвинутого им механизма) правильно лишь для глубоких недр звезды. Для внешних же слоев поглощение представляется очень сложной функцией давления и температуры (рис. 2). Стало также ясно, что в этих слоях звезды имеются области, где коэффициент поглощения увеличивается при сжатии и где, следовательно, абсорбционный механизм поддерживает пульсации. Но все же этому противостоят внутренние слои звезды, которые в целом, как мы видели, вызывают затухание. Жевакин в 1953 г. в фундаментальной работе и показал, что у звезды типа δ Цефея действия внешних слоев, возбуждающих колебания, достаточно для преодоления общего затухания в остальной части звезды. Итак, абсорбционный механизм Эддингтона поддерживает колебания в звезде типа δ Цефея, вопреки действию затухания.

Сейчас можно очень точно рассчитать строение внешних слоев звезды. На рис. 3 показаны внешние слои звезды типа δ Цефея до глубины миллион километров, а также температура и давление на различной глубине. На рис. 2 в форме модели приводится коэффициент поглощения κ звездного вещества как функ-

ция давления и температуры. Зная строение звезды (рис. 3) и коэффициент поглощения, можно в принципе установить, вызывает ли данный слой звезды при пуль-

сации возбуждение или торможение. Это сводится к тому, что мы выясняем, будет ли уменьшаться или увеличиваться при (адиабатическом) сжатии коэффициент

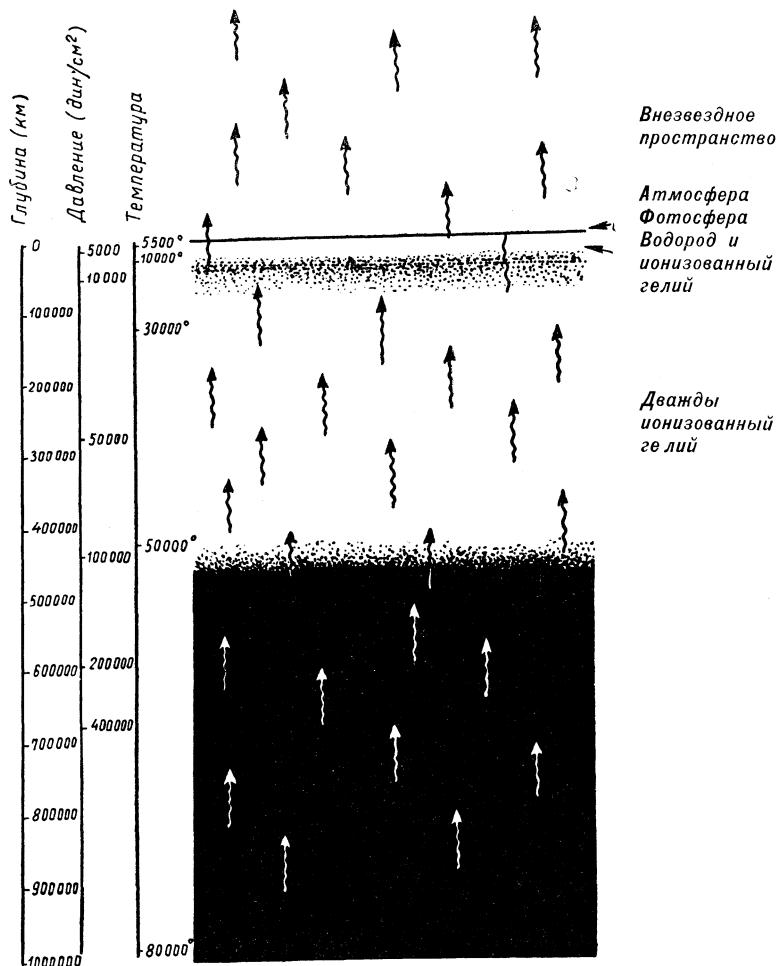


Рис. 3. Разрез внешних слоев звезды типа δ Цефея до глубины 1 млн. км, что соответствует 2% радиуса звезды. Слева шкала глубин, рядом — значения давления и температуры на различной глубине. (Каждый слой соответственно своим значениям давления и температуры обозначается точкой пунктирной линии на рис. 2.) Светлым показаны возбужденные области, области затухания отмечены черным. Заметим, что внешняя зона возбуждения геометрически очень тонка. В ней содержится очень небольшая доля массы. Существенно более важна вторая область возбуждения. Она дает главное возбуждение, достаточное для преодоления затухания у звезд типа δ Цефея. Стрелками изображается излучение, пронизывающее изнутри звездное вещество, поглощение которого в светлых зонах возбуждает колебания, а в темных вызывает затухание колебаний

поглощения вещества данного слоя, заключенного в цилиндр, с давлением и температурой.

Заданным значениям давления и температуры соответствует точка на поверхности, изображенной на рис. 2 (область χ). Если давление и температура меняются, то точка перемещается по χ -области. В цилиндре лишь тогда возникают незатухающие колебания, когда при сжатии коэффициент поглощения газа увеличивается, следовательно, когда соответствующая точка в χ -области при сжатии увеличивает высоту. Эти области χ -поверхности светлые на рис. 2. Во всех других областях (на рис. 2 черных) абсорбционный

механизм действует как раз наоборот, вызывая добавочное затухание. Звезда будет тем устойчивее пульсировать, чем больше в ней имеется таких комбинаций значений давления и температуры, при которых абсорбционный коэффициент располагается в светлой области χ -поверхности.

На рис. 3 мы отметили, какие слои звезды возбуждают колебания (белым), какие — нет (черным). Из рис. 3 видно, что недра звезды вызывают затухание, и лишь тонкий поверхностный слой возбуждает колебания. Если оценить количественно возбуждение и затухание, то окажется, что возбуждение преобладает и принуж-

дает пульсировать звезду лишь при очень особых обстоятельствах. Если однажды эти условия оказываются выполненными, то тогда как угодно малое возмущение (которое в звезде постоянно имеется и которое вследствие затухания в общем снова исчезает) приведет в действие механизм колебаний. В ходе своего развития некоторые звезды приходят на определенное время в подобное состояние, в котором они и наблюдаются как звезды типа δ Цефея. Возможно, что и другие группы переменных звезд, может быть, звезды типа RR Лиры, колеблются с помощью описанного здесь механизма.



НА ПУТИ К ПЛАНЕТЕ ВЕНЕРА

В Советском Союзе продолжается выполнение программы исследований космического пространства и планет солнечной системы. В соответствии с этой программой в ноябре 1965 г. произведен запуск двух автоматических межпланетных станций в сторону планеты Венера.

12 ноября с промежуточной орбиты искусственного спутника Земли стартовала автоматическая станция «Венера-2» весом 963 кг. Для ее полета выбрана траектория, по которой движение станции до нашей космической соседки продлится около трех с половиной месяцев. За это время «Венера-2» проведет широкие научные исследования в межпланетном пространстве.

Бортовая аппаратура автоматической станции получает питание от химических и солнечных источников энергии. Включается аппаратура в соответствии с программой полета автоматически и по радиокомандам с Земли.

Научная информация, а также данные о работе систем и агрегатов станции и траекторные измерения передаются в координационно-вычислительный центр, где обрабатывается вся принятая информация.

Чтобы увеличить объем научной информации и получить дополнительные данные о планете Венера и межпланетном космическом пространстве, 16 ноября запущена еще одна автоматическая станция «Венера-3». Ее вес — 960 кг. Поскольку на эту станцию возложен ряд новых исследовательских задач, ее конструкция несколько отличается от конструкции «Венеры-2» составом научной аппаратуры.

«Венера-2» и «Венера-3» успешно движутся к своей цели. Их полет может обогатить науку новыми данными о космическом пространстве и приоткрыть завесу, скрывающую многие тайны одной из самых загадочных планет.

СВЕТЛЯКИ ПОМОГАЮТ УЧЕНЫМ В КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В научно-исследовательском центре Годдарда (США) изготовлен прибор для обнаружения жизни в верхних слоях атмосферы. Вопрос о существовании там жизни приобретает важное значение в связи с возможным биологическим загрязнением стерилизованных космических зондов, отправляемых на другие планеты. Действие прибора основано на механизме свечения светляков. Светляки и подобные организмы светятся благодаря наличию в них вещества люциферина под влиянием фермента люциферазы. Энергия, превращаемая в световую, поставляется аденозинтрифосфатом (АТФ). В приборе использована система: люциферин — люцифераза, но без АТФ. Если в систему попадает микроорганизм, то под действием АТФ этого организма люциферин начинает светиться. Свечение регистрируется фотоэлектрическим прибором, который может найти применение, когда надо обнаружить или измерить биологическое загрязнение.

«New Scientist», 27, 1965, 343.

НА ПОРОГЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

(Новое в изучении
атмосферы Земли)

В. В. МИХНЕВИЧ,
кандидат физико-математических наук

Запуски космических кораблей-спутников с экипажем на борту, выход человека из корабля в космическое пространство и другие успехи в освоении космоса стали возможными благодаря гигантской работе ученых и инженеров по созданию новой автоматики, электроники, по ракетостроению и т. д. Большую роль в достижении этих успехов сыграли и геофизические исследования, изучение свойств верхней атмосферы и космического пространства.

Благополучие космического полета зависит от точности наших представлений об условиях, в которых он проходит. Нужно знать плотность, температуру и состав газа на пути движения космического корабля; знать, насколько опасны для корабля метеорные тела, движущиеся со скоростями в несколько десятков километров в секунду; не губительно ли для живого организма действие коротковолнового излучения Солнца, космических лучей и т. д.

Но исследования верхней атмосферы нужны не только для освоения космоса. Всем известно, насколько велико влияние атмосферы и процессов, в ней происходящих, на условия развития жизни на самой Земле. Вопрос не просто в том, что если бы не было атмосферы, то не было бы и жизни. Даже верхние слои атмосферы, процессы, протекающие на больших высотах под действием Солнца и космических излучений, влияют на жизнь людей. Так, если бы на высотах примерно 20—50 км (в слое озона) не поглощалось коротковолновое излучение Солнца, то солнечные лучи сожгли бы все живое на Земле. Под воздействием Солнца и космического излучения, начиная с высоты 60 км и выше, часть молекул воздуха находится в ионизованном состоянии. Состояние ионизации верхней атмосферы определяет ее

проводимость, а поэтому и условия распространения радиоволн, т. е. дальнюю радиосвязь.

Результаты изучения земной атмосферы широко используются при построении моделей атмосфер других планет.

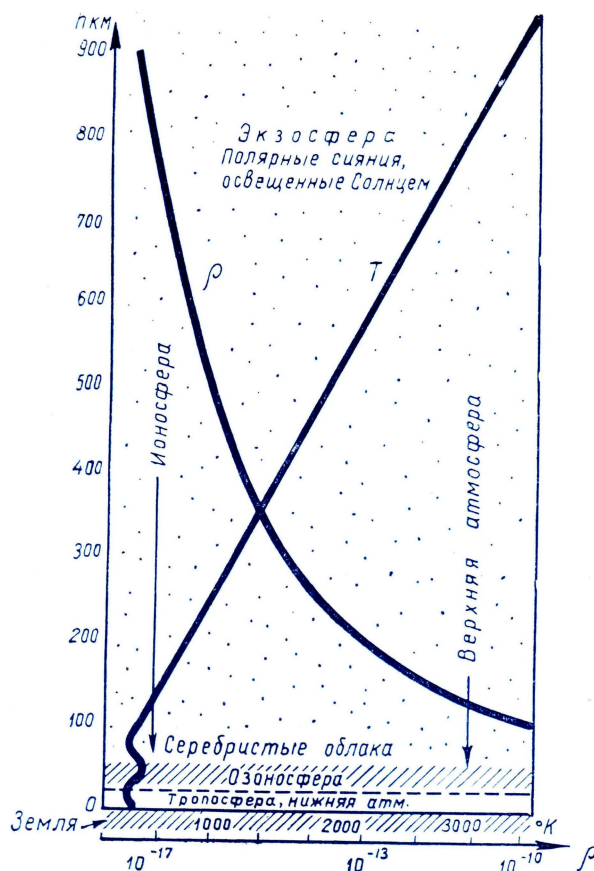
Вот почему данные о верхних слоях атмосферы Земли нужны не только геофизикам, но и астрономам, и покорителям космоса.

ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО

Наблюдая с Земли красочные полярные сияния, сумеречное свечение атмосферы (свечение неба в момент захода и восхода Солнца), свечение ночного неба (как известно, ночью небо светится, хотя и слабо), движение серебристых облаков (эти облака видны на высотах примерно 80 км; они имеют серебристое свечение), движение метеоров, приливы океанов и многие другие замечательные явления природы, человек сделал первый шаг в познании атмосферы и ее закономерностей. Длительными наблюдениями и измерениями установлено, что плотность воздуха с высотой убывает, что атмосфера состоит из азота, кислорода и других газов, что на больших высотах существует ветер и т. д.

С развитием техники человек, не ограничиваясь пассивными наблюдениями с Земли, стал посылать в верхнюю атмосферу звуковые, световые и радиосигналы. Оказалось, что температура там не постоянна, а изменяется с высотой. При удалении от Земли она сначала убывает, затем возрастает и на высоте около 50 км достигает максимума. Выше температура опять убывает, на высоте около 80 км наблюдается ее минимум, а выше вновь начинается рост температуры (рис. 1).

Рис. 1. Модель плотности и температуры атмосферы по результатам исследований до 1950 г.



Одновременно с косвенными методами изучения верхней атмосферы с Земли развивались теоретические и лабораторные исследования; моделировались процессы, происходящие, по мнению ученых, в атмосфере; применялись также прямые методы исследований с помощью приборов, поднимаемых в те слои атмосферы, свойства которых изучаются.

Родоначальник прямых измерений — русский академик Я. Д. Захаров. Под его руководством в 1804 г. впервые на аэростате была поднята научно-исследовательская аппаратура. С тех пор прямые методы вместе с развитием воздухоплавательной техники прошли длинный путь развития от воздушных шаров, аэростатов до ракет, спутников и космических зондов.

ЗНАНИЯ РАСШИРЯЮТСЯ...

В последние годы в результате исследований на ракетах и спутниках получено много новых данных о верхней атмосфере, изменились наши представления о присущих ей закономерностях. Выяснилось, что атмосфера не какое-то застывшее образование: ее параметры все время изменяются. Она сжимается и расширяется, изменяются температура, плотность, давление, состав и т. д.

Сопоставление вариаций плотности на высотах более 200 км с солнечной деятельностью выявило взаимосвязь между плотностью и температурой атмосферы и активностью Солнца. Обнаружены закономерности в изменении плотности и температуры атмосферы, характеризующиеся различной периодичностью. Периоды изменения этих величин — суточные, месячные (27—28 дней), полугодовые, 11-летние и т. д. Они определяются периодами изменения активности Солнца, взаимного расположения Земли и Солнца и другими явлениями. Кроме периодических изменений существуют и нерегулярные — в зависимости от случайных возмущений на Солнце.

Под влиянием всех этих факторов плотность атмосферы, например на высоте 500 км, может изменяться в десять раз, а температура в несколько раз (от 700 до 2000° К) (рис. 2).

Закономерности изменения плотности и температуры на высотах 100—200 км менее изучены. Это объясняется трудностью проведения эксперимента. До сих пор на этих высотах учеными всего мира проведено лишь около 20 удачных ракетных экспериментов.

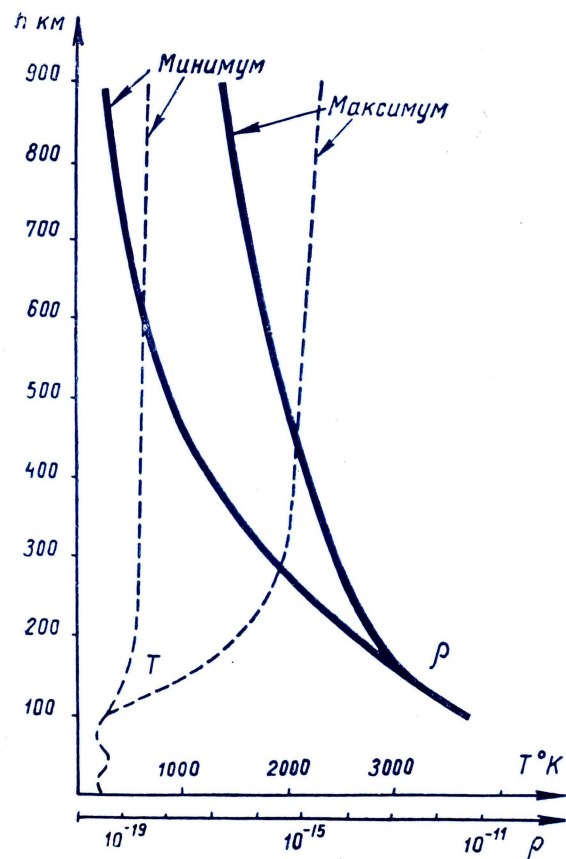
В июне 1963 г. в СССР производились запуски ракет с высотными геофизическими автоматическими станциями. На станциях устанавливались ионизационные и магнитные манометры, которыми определяют плотность и температуру атмосферы на высотах 100—300 км. На рис. 3 представлены результаты определения плотности 6 и 18 июня 1963 г., а также 18 октября 1962 г., 21 февраля и 27 августа 1958 г., полученные с помощью манометров, установленных на ракетах и на третьем советском искусственном спутнике Земли — 16 мая 1958 г. (1958 г. относится к периоду максимума солнечной активности, 1963 г. — к периоду минимума). Из рисунка видно, что плотность атмосферы выше 200 км сильно изменяется. Наблюдаемые вариации плотности вызваны как изме-

нением солнечной активности, так и суточным эффектом. Ниже 200 км вариации плотности гораздо слабее.

...И УГЛУБЛЯЮТСЯ

Как изменяется температура выше 100 км? По давлению, измеренному манометрами 6 и 18 июня 1963 г., определено значение высоты однородной атмосферы H^* и температуры T .

Рис. 2. Модели плотности и температуры атмосферы по результатам экспериментов на ракетах и спутниках до 1960 г.

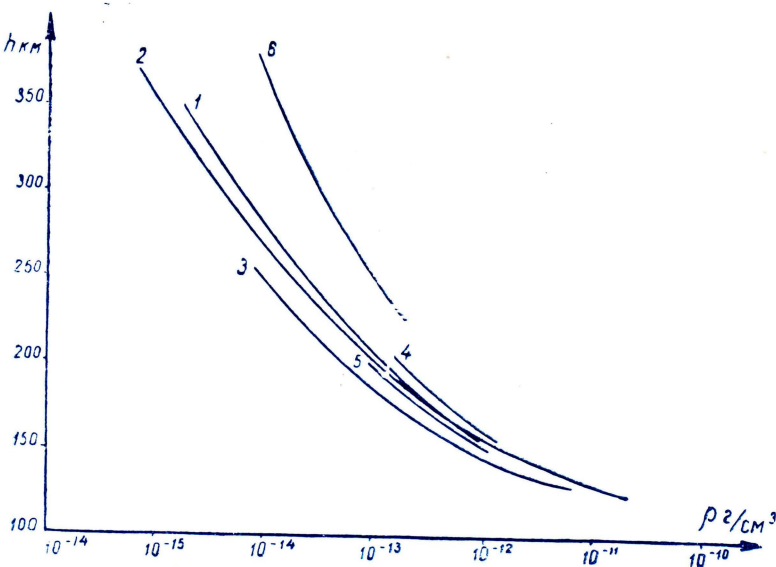


* Величина H (высота однородной атмосферы или шкала высот) характеризует скорость убывания давления атмосферы с высотой. Она равна высоте (над данным уровнем), при подъеме на которую давление убывает в e раз ($e = 2,71828...$ — основание натуральных логарифмов). H зависит от T и молекулярного веса газа M

$$H = gM/RT,$$

где g — ускорение силы тяжести на данной высоте, R — газовая постоянная.

Рис. 3. Кривые плотности атмосферы по данным манометрических измерений. 1—18 октября 1962 г., 2—18 июня 1963 г., 3—6 июня 1963 г., 4—21 февраля 1958 г., 5—27 августа 1958 г., 6—16 мая 1958 г.



При этом предполагалось, что молекулярный вес газа в атмосфере убывает с высотой. (Это следует из экспериментов по определению молекулярного веса в атмосфере.) Температура атмосферы выше 200 км в 1963 г. была гораздо ниже, чем в годы максимума солнечной активности. 18 июня 1963 г. в 4 часа 30 минут температура на высотах 200—300 км не превышала 800° K.

Высота однородной атмосферы и температура выше 100 км изменяются не монотонно (рис. 4).

Реально ли такое изменение H и T с высотой или же это результат ошибки измерений?

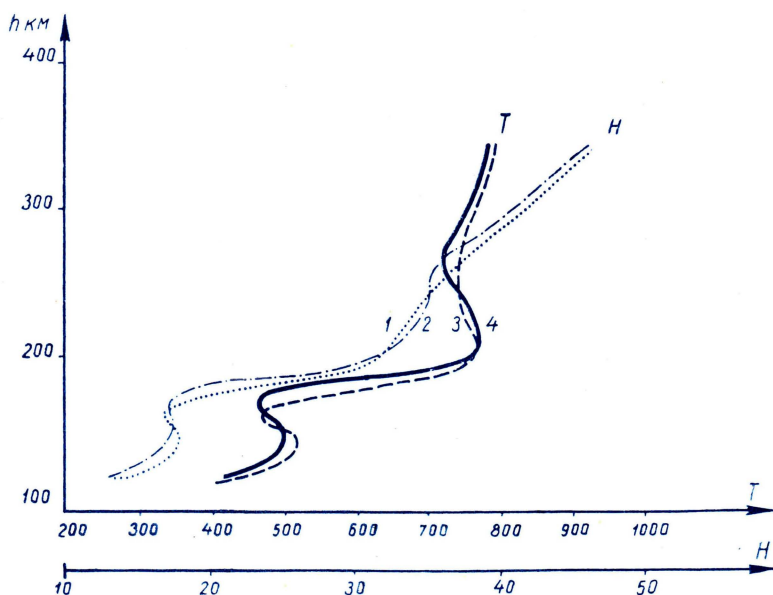
При обработке экспериментального материала для определения плотности атмосферы манометрами и масс-спектрометрами, установленными на ракетах, обычно учитывают невысокую точность измерений и значительно сглаживают экспериментальные точки. Сопоставление первичных несглаженных экспериментальных данных по плотности (давлению), полученных разными авторами, показывает, что отклонения экспериментальных точек от сглаженных кривых имеют один и тот же характер. Это заставило нас провести новую обработку эксперимен-

тального материала. Как и при первой обработке, кривые проводились не по точкам, но сглаживание велось с учетом систематического хода точек. Были вычислены значения высоты однородной атмосферы и температуры по давлению, измеренному манометрами 21 февраля и 27 августа 1958 г., 18 октября 1962 г., а также по результатам измерений масс-спектрометром давления азота 15 ноября 1961 г. Кроме того, по значениям высоты однородной атмосферы, полученным Кинг-Хиллом по торможению спутников, определена температура атмосферы.

Полученные результаты в основном подтверждают измерения 6 и 18 июня 1963 г.: температура атмосферы выше 100 км возрастает не монотонно, наблюдаются максимумы и минимумы температуры.

Особенно интересны результаты, полученные с помощью масс-спектрометра для азота, так как в этом случае при определении температуры не делается никаких предположений о составе атмосферного газа. В соответствии с этими данными (рис. 5, кривая 1) на высотах около 180 и 270 км отмечается минимум, а на высотах около 160 и 220 км — максимум температуры. Такой ход изменения температуры с двумя максимумами и минимумами в области от 100 до 300 км

Рис. 4. Температура и высота однородной атмосферы. 18 июня 1963 года (манометры)



был зарегистрирован 18 и 6 июня 1963 г. манометрами. 18 июня минимум температуры располагался на высотах около 165 и 265 км, максимум около 145 и 215 км. 21 февраля и 27 августа 1958 г. минимум температуры наблюдался на высотах примерно 175 и 185 км соответственно.

В ходе изменения температуры и высоты

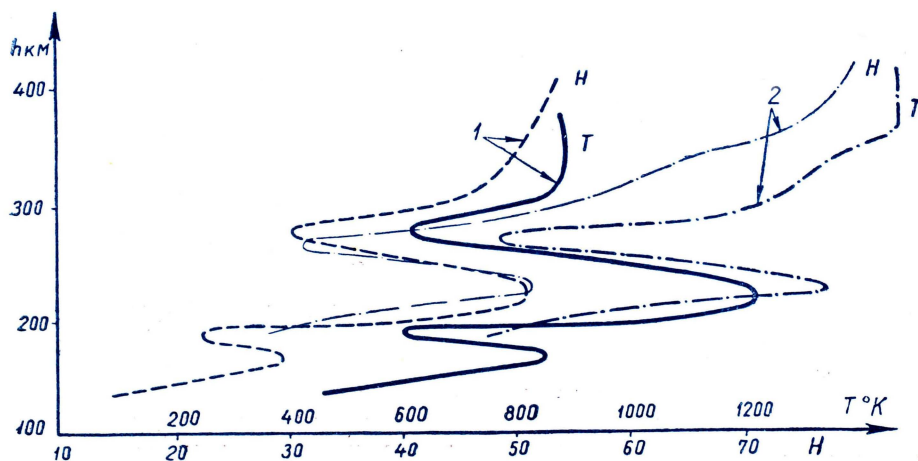


Рис. 5. Температура и высота однородной атмосферы по измерениям с помощью масс-спектрометра (кривые 1) и торможению спутников (кривые 2)

АКАДЕМИК СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ КОРОЛЕВ



ОТ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОМИТЕТА КПСС И СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ КПСС И СОВЕТ МИНИСТРОВ СССР С ГЛУБОКИМ ПРИСКОРБИЕМ ИЗВЕЩАЮТ, ЧТО 14 ЯНВАРЯ 1966 ГОДА НА 60-М ГОДУ ЖИЗНИ СКОРОПОСТИЖНО СКОНЧАЛСЯ КРУПНЕЙШИЙ УЧЕНЫЙ И КОНСТРУКТОР В ОБЛАСТИ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ И КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ЧЛЕН ПРЕЗИДИУМА АКАДЕМИИ НАУК СССР, ЧЛЕН КПСС, ДВАЖДЫ ГЕРОЙ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ТРУДА, ЛАУРЕАТ ЛЕНИНСКОЙ ПРЕМИИ, АКАДЕМИК **КОРОЛЕВ** СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ КПСС

СОВЕТ МИНИСТРОВ СССР

ПАМЯТИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА

(РЕЧЬ ПРЕЗИДЕНТА АКАДЕМИИ НАУК СССР
АКАДЕМИКА М. В. КЕЛДЫША НА ТРАУРНОМ МИТИНГЕ
НА КРАСНОЙ ПЛОЩАДИ 18 ЯНВАРЯ 1966 Г.)

Товарищи!

Неожиданная утрата замечательного сына нашего народа, крупнейшего ученого и конструктора в области ракетной техники и исследований космического пространства, академика Сергея Павловича Королева переполняет наши сердца глубокой скорбью.

Наша страна и вся мировая наука потеряли ученого, с именем которого навсегда будет связано одно из величайших завоеваний науки и техники всех времен — открытие эры освоения человечеством космического пространства.

Будучи молодым ученым, в 30-х годах С. П. Королев, проникнутый горячей верой в идеи Циолковского о межпланетных полетах и освоении человеком космического пространства, начинает работать в области развития ракетно-космической техники и становится одним из руководителей крупнейших научно-технических коллективов по созданию этой техники.

Преданность делу, необычайный талант ученого и конструктора, горячая вера в свои идеи, кипучая энергия и выдающиеся организаторские способности академика Королева сыграли большую роль в решении сложнейших научных и технических задач, стоявших на пути развития ракетной и космической техники. Он обладал громадным даром и смелостью научного и технического предвидения, и это способствовало претворению в жизнь сложнейших научно-технических замыслов.

Сергей Павлович Королев был крупнейшим конструктором ракетно-космических систем, обеспечивших завоевание основных этапов исследования космического пространства. Это первый искусственный спутник Земли — начало космической эры, многие спутники, создавшие новую эпоху в изучении физических свойств космического пространства, первый полет к Луне, облет Луны и фотографирование ее невидимой стороны, космические корабли-спутники и первый в мире полет человека в космос, первый выход человека в свободное космическое пространство.

Многие научные и технические идеи С. П. Королева получили широкое применение и развитие в ракетной и космической технике. Он воспитал много ученых и инженеров, ныне работающих в различных научных и конструкторских организациях.

С. П. Королев отдал всю свою жизнь беззаветному служению своей Родине, развитию передовой науки и техники нашей страны. Его могучий талант, неиссякаемая энергия и горячее сердце вызвали глубокое уважение у всех, кто его знал, кто с ним работал. Академик Сергей Павлович Королев принадлежит к числу тех замечательных ученых нашей страны, которые внесли неизгладимый вклад в развитие мировой науки и культуры. Деятельность Сергея Павловича Королева заслужила глубокую признательность в нашей стране, у всего советского народа и была отмечена высокими правительственными наградами.

Память о Сергее Павловиче Королеве, о его исключительном вкладе в развитие науки и техники навсегда сохранится у нашего народа и в истории мировой науки.

однородной атмосферы, вычисленных по торможению спутников, нередко наблюдаются также максимумы и минимумы.

Так, наблюдая за торможением шести спутников (Эксплорер-4, Дискаверер-2, -5 и -6, первый и третий советские спутники), Кинг-Хилл определил, что в области примерно 220 км имеется максимум высоты однородной атмосферы, а около 260 км — минимум. Поскольку мы предполагаем, что молекулярный вес газа с высотой убывает монотонно, то на этих высотах должны быть максимум и минимум температуры (рис. 5, кривая 2). Петцольд при построении модели атмосферы, основанной на значениях плотности, найденных по торможению спутников, также предполагает существование инверсии температуры. В его модели значение инверсии в годы максимума солнечной активности больше, чем в период минимума.

Анализ результатов определения высоты однородной атмосферы и температуры разными методами (по измерениям с помощью манометров, масс-спектрометров, спутников), по-видимому, дает основание предположить, что выше 100 км при монотонном уменьшении молекулярного веса с высотой температура возрастает не монотонно, имеются инверсии температуры. В области высот 100—300 км, как показывают результаты измерений с манометрами и масс-спектрометрами, наблюдаются два максимума и два минимума. Высота максимумов и минимумов не постоянна. Возможно, что инверсия температуры в этой области существует не всегда.

Но если не учитывать измерения с помощью масс-спектрометра, то результаты измерений плотности манометрами и по торможению спутников могут быть, вообще говоря, объяснены также немонотонным характером изменения молекулярного веса. Следует отметить, что в некоторых работах по определению температуры атмосферы нет указаний на максимумы и минимумы.

Вопрос о вариациях температуры или молекулярного веса атмосферы в области высот 100—300 км требует дополнительного исследования.

Таким образом, по мере изучения свойств атмосферы изменяются наши представления о ее температуре и плотности: от более простых и грубых мы идем ко все более сложным и тонким.

Исследования продолжаются.



АМЕРИКАНСКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ КОРАБЛИ В ГРУППОВОМ ПОЛЕТЕ

Групповой полет космических кораблей...

Впервые эти слова прозвучали в августе 1962 г., когда советские космонавты А. Г. Николаев и П. Р. Попович в полете сблизили свои корабли «Восток-3» и «Восток-4» до прямой видимости. Через год, в июне 1963 г. совместный полет на кораблях «Восток-5» и «Восток-6» совершили летчик-космонавт В. Ф. Быковский и первая в мире женщина-космонавт В. В. Николаева-Терешкова.

В декабре 1965 г. групповой полет осуществили и американские космонавты.

Первым на орбиту 4 декабря был запущен «Джеминай-7» с космонавтами Фрэнком Борманом и Джеймсом Ловеллом. Основная задача этого запуска — изучение воздействия на организм человека длительного пребывания в состоянии невесомости. Поэтому полет «Джеминай-7» был рассчитан на две недели.

15 декабря вышел на орбиту «Джеминай-6», пилотируемый Уолтером Ширра и Томасом Стаффордом. После четырех витков вокруг земного шара этот корабль догнал «Джеминай-7». Корабли сблизились до 2—3 м и продолжали совместный полет в течение 5,5 часа, соблюдая дистанцию от 6 до 30 м.

После 25 часов полета, сделав 16 витков вокруг Земли, «Джеминай-6» благополучно приводнился в Атлантическом океане.

«Джеминай-7» пробыл на орбите еще 2 суток и 18 декабря совершил посадку в районе Бермудских островов.

Всего «Джеминай-7» провел в полете около 330 часов и сделал 206 оборотов вокруг Земли.

МАРС ВБЛИЗИ

В. А. БРОНШТЭН,
кандидат физико-математических наук

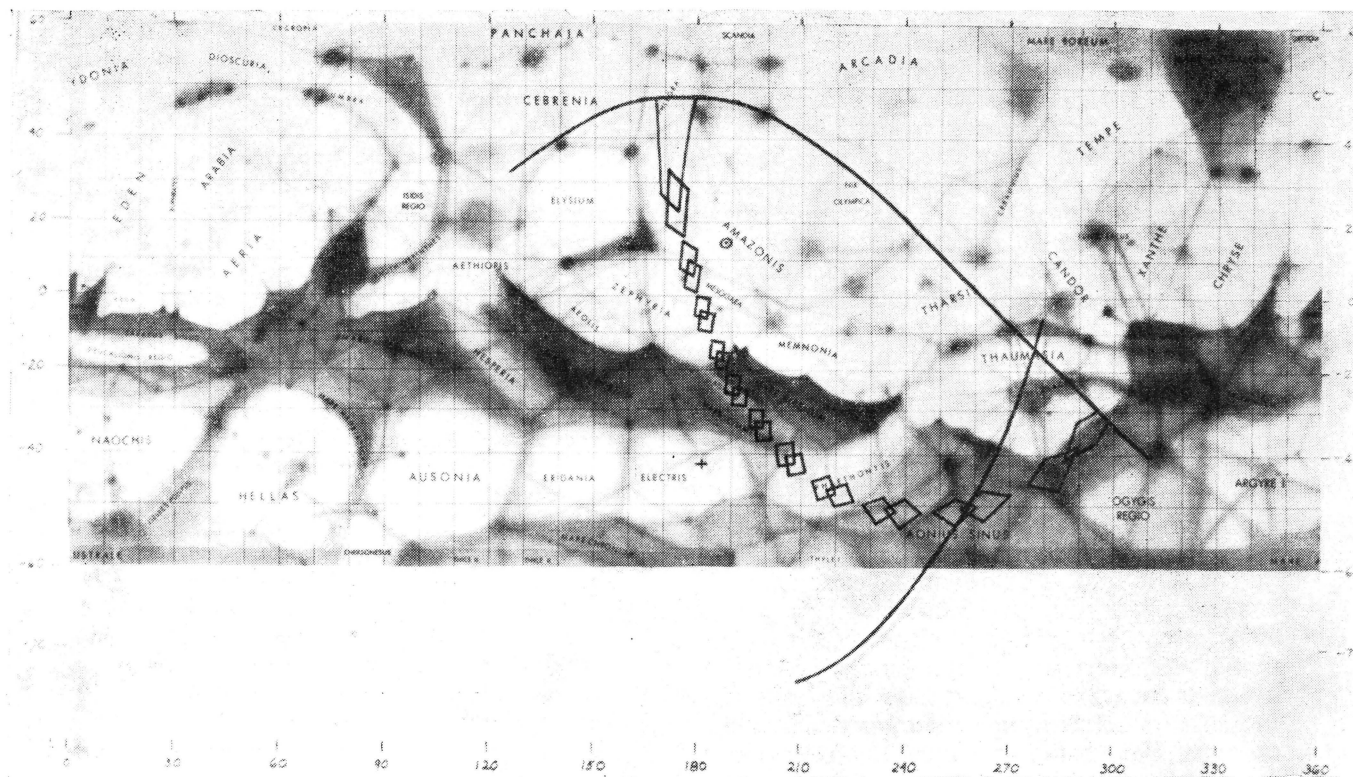


Рис. 1. Карта-схема расположения участков, снятых «Маринером-4» на поверхности Марса. Север — вверх. Снимки идут по порядку сверху вниз. Кривая линия, обращенная выпуклостью вверх, — граница видимого с «Маринера» диска Марса. Кривая, идущая снизу, — терминатор (граница дня и ночи). ⊙ — подсолнечная точка

Природа планеты Марс, строение ее поверхности давно уже стали предметом обсуждения астрономов всего мира. Немало споров вызвал, в частности, вопрос о темных областях Марса («морях») и длинных темных линиях, избороздивших поверхность планеты, — знаменитых «марсианских каналах».

Как уже сообщалось в нашем журнале (см. № 4, 1965 г.), американская космическая станция «Маринер-4» сфотографировала часть поверхности Марса с расстояния 12 000—17 000 км и по телевизионным каналам передала снимки на Землю.

Всего получено и передано 22 снимка, но на последнем (№ 22) виден лишь фон неба за пределами диска Марса, а два предыдущих (№ 20 и 21) захватывают темное, не освещенное Солнцем, полушарие планеты. Трудно рассмотреть детали и на снимках № 16—19, полученных при низком положении Солнца над сня-

тыми участками поверхности планеты. Но первые 15 снимков содержат немало интересного.

Фотографирование Марса началось 15 июля в 0 часов 18 минут 33 секунды по мировому времени и шло с регулярными интервалами в 48 и 96 секунд. Съемка велась попеременно сквозь оранжевый и зеленый фильтры. В 0 ча-

сов 43 минуты 21 секунду съемка закончилась. Спустя 10 часов началась передача изображений на Землю, причем каждый снимок (с разверткой на 170 строк) передавался в течение 8 часов 35 минут. Лишь 24 июля закончилась передача всех снимков, но на станцию была подана команда начать повторную передачу, которая и была завершена ко 2 августа.

На Земле снимки подверглись специальной обработке, направленной на устранение случайных дефектов, опорных марок (в виде крестов и углов) и на усиление контраста в два—пять раз.

Что же показали снимки «Маринера»? Дали ли они разгадку природы марсианских «каналов»? Помогли ли прояснить вопрос о существовании в «морях» Марса растительности?

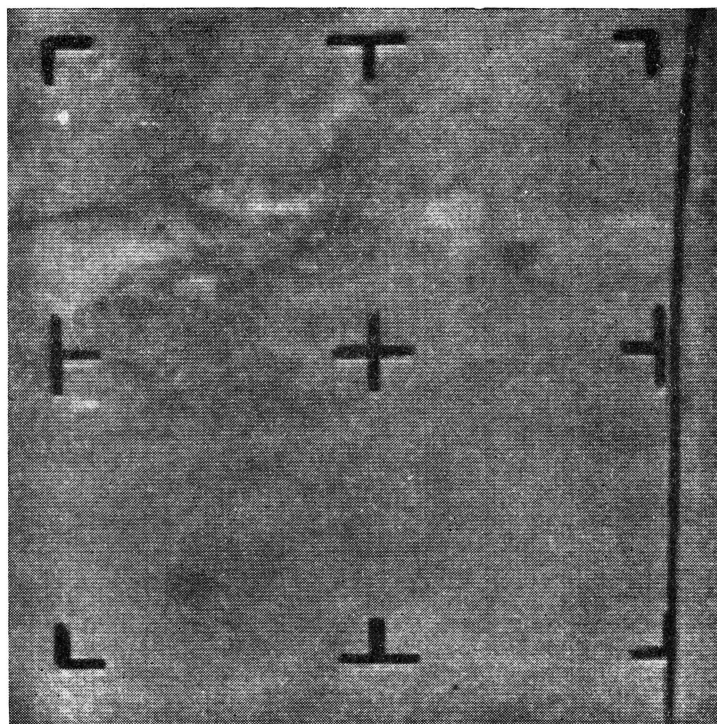
Скажем прямо — ясного ответа ни на тот, ни на другой вопрос снимки «Маринера» не дали. Более того, вопрос о «каналах» оказался еще более запутанным.

Действительно, трудно было ожидать, что снимки, полученные с расстояния в 12 000 км, позволят непосредственно различить на Марсе растения. Ведь мельчайшие детали, различимые на них, имеют размеры около километра. Только специальная фотометрическая обработка снимков могла бы дать в этом отношении какие-то указания, но результаты ее пока не опубликованы.

Иное дело — «каналы». Ведь их ширина измеряется десятками километров, а как свидетельствует карта-схема расположения заснятых участков по поверхности планеты (рис. 1), в поле зрения фотокамер «Маринера» должен был попасть не один «канал».

Но на снимках их нет! Лишь на снимке № 3, где, судя по схеме, сходятся три «канала», можно различить резкую темную полосу, идущую на запад, шириной 6—10 км (рис. 2, в верхнем левом углу). Однако ее продолжением

Рис. 2. Снимок № 3, полученный станцией «Маринер-4». Район светлой области Амазонис. Север здесь и далее вверх. Протяженность поля снимка: с востока на запад 350 км, с севера на юг 500 км. В верхнем левом углу заметен горный хребет, идущий на запад, в верхнем правом — кратер, диаметром 25 км



на восток служит такая же, но очень яркая полоса. Поскольку Солнце освещает этот район чуть с востока, рассмотрение снимка приводит к мысли, что здесь простирается горный хребет, причем светлая полоса — восточные отроги хребта, освещенные Солнцем, а темная — это западные, более темные, склоны хребта.

Впрочем, на многих других снимках можно различить несколько горных хребтов, не вызывающих сомнения в их природе. Длина некоторых из них превышает 150—180 км, но на самом деле может быть гораздо больше, так как часто хребты выходят за поле снимка.

Итак, Марс, который считался, в отличие от Земли и Луны, планетой с очень ровным, гладким рельефом, без заметных гор и возвышенностей (за исключением известных гор Митчелла у южного полюса), оказался гористым. Но астрономов ждала еще большая неожиданность: на снимках «Маринера» были обнаружены кратеры, такие же как на Луне. Один из снимков, где они ясно видны (№ 11), был уже опубликован в журнале «Земля и Вселенная» (№ 4, 1965 г.), другие приводятся здесь (рис. 3—5).

Тщательное рассмотрение всех снимков автором этой статьи позволило обнаружить 110 кратеров



Рис. 3. Снимок № 7. Светлая область Зефирия на границе с Морем Сирен. Протяженность поля 290×290 км. Видно множество кратеров, диаметром от 10 до 45 км. В верхнем левом углу небольшая горная цепь

диаметром от 5 до 120 км. Отметим некоторые их особенности.

Прежде всего, количество кратеров на единицу поверхности в среднем гораздо меньше, чем на Луне. Большинство кратеров имеет средние размеры (от 10 до 40 км), таких около 80. Как очень крупные (больше 40 км), так и очень мелкие кратеры встречаются гораздо реже. Кратеров меньше 5 км на фотографии не видно совсем, хотя на лучших снимках можно было бы легко различить кратеры диаметром в 2—3 км.

Зная высоту и положение Солнца над данным местом, можно по длине теней, отбрасываемых валами кратеров, определить высоту вала над дном кратера. По

оценкам американских ученых, она почти никогда не превосходит километра. Лишь в одном случае зафиксирована высота 4 км. Внешние склоны валов марсианских кратеров, подобно лунным, довольно пологие: их наклон нигде не превышает 10°.

В нескольких кратерах ясно заметны центральные горки (рис. 4), однако число таких кратеров невелико (всего три). На валах больших кратеров встречаются меньшие, так называемые «паразитные» кратеры, но их тоже гораздо меньше, чем на Луне.

Валы многих кратеров, особенно самых больших, полуразрушены, причем иногда меньшая часть, а иногда половина вала отсутству-

ет. У многих кратеров очертания сглажены. Поэтому они не отбрасывают теней даже при очень косом падении солнечных лучей. Некоторые небольшие кратеры имеют форму ямок, схожую с гораздо меньшими по размерам лунными образованиями. Но если на Луне кратеры-ямки не превышают километра (а на снимках «Рейнджеров» видны ямки в несколько метров), то на Марсе поперечники кратеров-ямок достигают 5—6 км.

Эти особенности марсианских кратеров можно объяснить действием эрозии. Ведь даже на Луне, лишенной атмосферы и воды, все же происходит разрушение деталей рельефа. На Луне эрозия вызывается ударами метеоритов самых различных размеров, естественным осыпанием, обрушениями горных пород, возможно, сейсмическими явлениями и, наконец, действием корпускулярной и коротковолновой космической радиации.

На Марсе есть атмосфера. Там происходят хорошо заметные с Земли пылевые бури, причем скорость ветров сравнима со скоростью земных ветров. Но какова плотность атмосферы у поверхности Марса?

Общепринятой считалась оценка Ж. Вокулера, основанная на многочисленных фотометрических и поляриметрических измерениях советских, французских и американских астрономов: давление у поверхности Марса составляет около 85 мбар — в 12 раз меньше, чем на Земле. В 1963—1964 гг. спектроскопические исследования американских ученых Спинрада, Мюнга и Каплана и советского астронома В. И. Мороза показали, что давление у поверхности Марса гораздо меньше: у американцев получилось 25 мбар, у В. И. Мороза — менее 20 мбар.

Что же показал «Маринер-4»? После съемки поверхности планеты «Маринер» начал заходить

за лимб Марса. В это время его радиоволны проходили **сквозь** атмосферу планеты, осуществляя сквозное зондирование. Эксперимент показал, что давление у поверхности Марса, скорее всего, еще ниже: 7—10 мбар.

В чем же причина этих расхождений? Ее назвали независимо многие ученые. Это — наличие в атмосфере Марса большого количества аэрозольных частиц, или, попросту говоря, пыли. Дополнительное рассеяние света мелкими пылинками приводило к завышению оценок плотности марсианской атмосферы.

Рис. 4. Снимок № 10. Область Моря Сирен. Один из кратеров (выше и немного правее центра снимка) имеет центральную горку. Справа у края снимка — большой кратер, диаметром 110 км. Темный прямоугольник внизу — дефект при передаче снимка

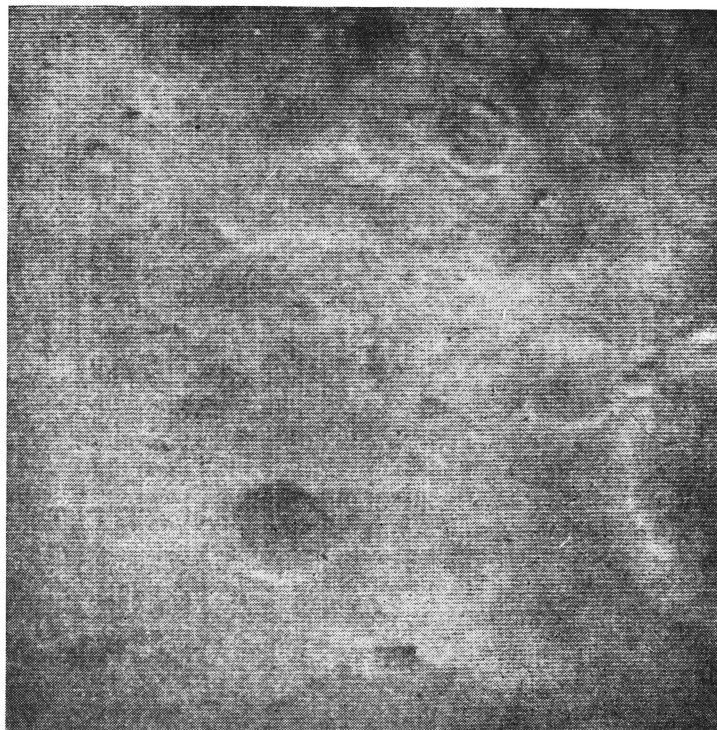
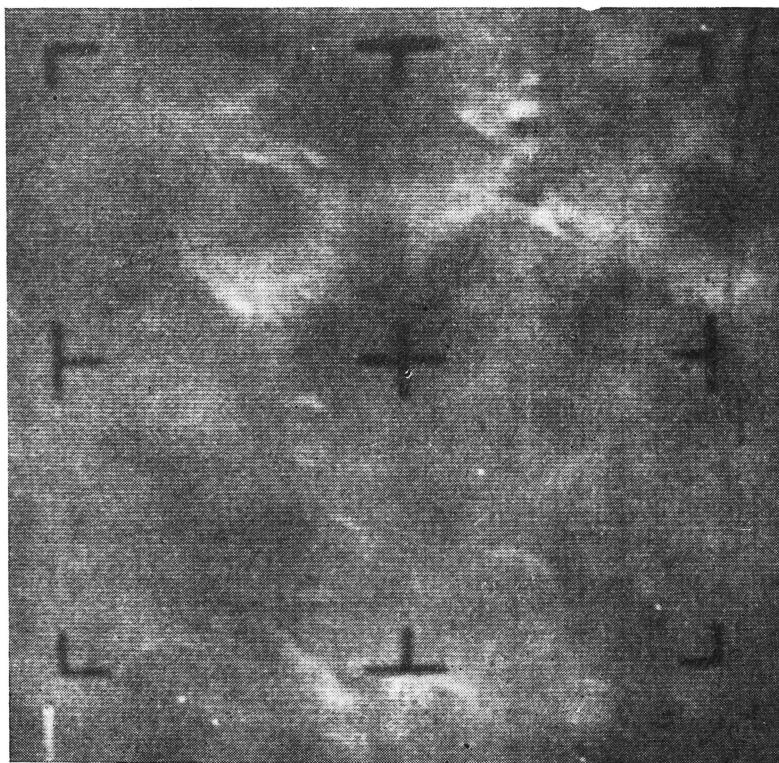


Рис. 5. Снимок № 14. Светлая область Фазонтис. Горные пики и валы кратеров освещены Солнцем, находящимся на севере, но, несмотря на косой ход лучей [высота Солнца 30°], тени не видны



тате сотрясений коры Марса. Если считать, что кратеры на Марсе, как и на Земле и на Луне, вызваны ударами метеоритов, то многое станет ясным. Например, легко объяснится тот факт, что кратеры встречаются одинаково часто и на светлых, и на темных областях Марса.

Надо полагать, что эволюция Марса протекала иначе, чем эволюция системы Земля — Луна. Если на Луну длительное время выпадали остатки того первичного роя, из которого образовались Земля и Луна, причем следы этой бомбардировки сохранились до сих пор в виде гигантских цирков до 200 км диаметром (а может быть, и так называемых кратерных

морей), то поверхность Марса сохранила только следы относительно недавних ударов о поверхность планеты отдельных метеоритов и астероидов, приходящих из пояса малых планет — соседей Марса в солнечной системе.

Наконец, стоит попытаться ответить на вопрос, почему астрономы до сих пор не могли обнаружить признаков гористости Марса. Дело в том, что астрономы судили об этом по характеру отражения света марсианской поверхностью. Наблюдения показали, что «материки» Марса отражают свет, подобно гладкому матовому шару. В «морях» намечались некоторые неровности мелкого масштаба. Но ведь обнаруженные теперь гор-

ные хребты и кратеры занимают очень мало места на марсианской поверхности. Имеются большие участки, где их вообще нет. Поэтому влияние горных структур на отражательные свойства поверхности Марса почти не проявлялось и прежде вообще не могло быть замечено. Что же, бывает и так!

Ну, а как же все-таки с «каналами»? Нам кажется, что рано еще ставить крест на их реальном существовании. Ведь «каналы» многократно выходили на фотографиях и не могут быть следствием простого оптического обмана. Будем ожидать новых исследований «красной планеты» с близкого расстояния.



МЕРКУРИЙ ВРАЩАЕТСЯ ЗА 59 СУТОК

Наблюдения, проведенные на 300-метровом радиотелескопе обсерватории Аресибо (остров Пуэрто-Рико), показывают, что вопреки существовавшему до сих пор мнению, планета Меркурий вращается вокруг собственной оси за период времени, отличающийся от времени ее оборота вокруг Солнца. Следовательно, Меркурий не обращен постоянно к Солнцу одной и той же стороной.

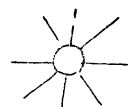
Измеряя доплеровское смещение радиоэха, поступающего от Меркурия, доктор Х. Петтенгилл и Ролф Х. Дэйс из Корнелльского университета установили, что период вращения этой планеты вокруг ее оси составляет 59 земных суток (возможная ошибка ± 5 суток). Период оборота Меркурия вокруг Солнца — 88 суток. Так как оба движения происходят в прямом направлении, смена дня и ночи на Меркурии завершается за 180 суток. «Scientific American», 6, 1965, 58.

КАК РАЗРАБАТЫВАТЬ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ НА ЛУНЕ

Какими методами целесообразнее разрабатывать горные породы и минеральные ресурсы на Луне — такую задачу взялся решить один из научно-исследовательских центров США. Так как сила тяготения на Луне составляет $1/6$ земной, взрывные работы там, по-видимому, нецелесообразны. Применение компрессоров и сжатого воздуха для бурения отпадает из-за отсутствия атмосферы. Значительные затруднения может вызвать и пылевой слой, покрывающий, как считают некоторые специалисты, поверхность Луны.

В научно-исследовательском центре опробуются различные электрические, химические, термические и механические способы горных разработок. Изучаются молекулярные свойства породообразующих материалов, исследуется возможность получения воды и ацетилена для горючего из некоторых лунных горных пород. Если возможность получения воды подтвердится, это позволит производить из нее кислород для дыхания астронавтов и водород в качестве горючего для двигателей.

«Science News Letter», 88, 1965, 102.



Корабль идет по советским водам одного из морей в полдень, пересекая это море в его сравнительно узкой части. Рассмотрев внимательно рисунок, ответьте на следующие вопросы:

1. По какому морю идет корабль?
2. В каком направлении?
3. Из какой союзной республики и в какую?
4. Из какого порта он вышел и в какой придет?
5. С каким иностранным государством граничит СССР с двух сторон по берегам этого моря?
6. Летом или зимой идет корабль?

(Ответы на стр. 96.)

ЛУННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Б. Я. КОНДРАТЬЕВ,
профессор,

В. Л. ГАЕВСКИЙ,
кандидат физико-математических наук,
В. Н. БОНАШЕНКО, А. И. РЕШЕТНИКОВ

ТРУДНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОГОДЫ

Хорошая или плохая погода не только влияет на настроение людей. До сих пор стихийные бедствия уносят множество человеческих жизней, оставляют людей без крова, уничтожают материальные ценности. Сколько бедствий можно было бы предотвратить, если бы мы научились предсказывать эти крайние проявления погоды! Долгосрочное научное прогнозирование может изменить систему сельского хозяйства и принести большой экономический эффект в ряде других отраслей народного хозяйства, помочь людям лучше организовать свой отдых. Прогнозы тесно связаны и с чрезвычайно важными вопросами управления погодой, так как основное условие их разрешения, прежде всего, глубокое понимание погодообразующих процессов.

В основе погодообразующих процессов лежит динамика выравнивания неравномерного распределения энергии, получаемой от Солнца и излучаемой Землей. В этом выравнивании участвует множество взаимосвязанных процессов различного временного и пространственного масштаба. Масштабы времени меняются от суток (суточные колебания погоды) до веков (изменение климата). Пространственные масштабы меняются от размеров, сравнимых с радиусом Земли (общая циркуляция атмосферы), до микrorазмеров (если речь идет о фазовых превращениях и химических реакциях).

Разнообразие и разномасштабность процессов, лежащих в основе погоды, в значительной степени затрудняют установление причинно-следственных связей между интересующими метеоролога величинами. Из-за этого метеорология долгое время оставалась эмпирической наукой и не достигла существенных успехов в прогнозировании.

Для физико-математического описания изменений погоды и климата используются гидродинамика, аэромеханика, термодинамика, теории турбулентности, лучистого переноса, фазовых превращений и т. д. В каждой из них имеются свои нерешенные проблемы. Поэтому легко себе представить трудности метеорологии, которая требует некоего синтеза этих теорий.

Современной наукой достигнуты значительные успехи в разработке математических методов прогноза погоды, однако еще очень многое в них требует завершения. К каким последствиям ведет такая незавершенность, показывают многочисленные непредсказанные стихийные бедствия. Повышению эффективности численных методов прогноза мешает также недостаток синоптических данных о распределении метеорологических элементов в атмосфере и экспериментальных данных о влиянии непрогнозируемых изменений Солнца и Земли на погодообразующие процессы. Это связано с тем, что для получения такого решения уравнений прогноза, которое соответствовало бы действительности, нужна правильная постановка начальных и граничных условий, что, в свою очередь, невозможно без достаточно подробных синоптических карт, охватывающих поверхность всего земного шара.

Какие же метеорологические данные необходимы в первую очередь? Это — распределение атмосферного давления и скорости ветра, затем, температура поверхности и вертикальное распределение температуры над любой точкой земного шара, далее, распределение облачности, распределение водяного пара и, наконец, лучистые притоки тепла.

Все эти данные в той или иной мере уже включаются в математические схемы про-

гноза погоды. Однако существует множество факторов, хотя и не включенных в математическую схему, но определенно оказывающих влияние на погоду. К ним в первую очередь относятся взаимосвязь различных слоев атмосферы и влияние солнечной активности на погоду. Уже накопился довольно большой эмпирический материал, подтверждающий эту связь, но физический механизм ее до сих пор полностью не изучен. Причина в том, что накопленного материала все еще недостаточно.

ПРЕИМУЩЕСТВА ЛУННОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Большая часть метеорологической информации получается с помощью постоянно действующей многочисленной сети наземных метеорологических станций. Однако если учесть, что они расположены только на доступных для человека частях суши (что составляет не более $\frac{1}{5}$ всей земной поверхности), то недостаток экспериментальных данных станет очевидным. Это обстоятельство позволяет в известном смысле надеяться, что если мы будем располагать метеорологической информацией обо всем земном шаре, то уже имеющиеся схемы прогноза будут более эффективны.

Для получения недостающей информации уже используются искусственные спутники Земли, и опыт показал их большие возможности. Получены ценные данные о балансе энергии в атмосфере. С помощью спутников удается проследить зарождение и продвижение штормов. Спутники дают возможность измерять распределение облачности как днем, применяя фотографические методы, так и ночью по инфракрасному излучению, определять температуру, состав, давление, осадки, грозвые очаги и некоторые другие метеорологические характеристики. Методика этих измерений сложна, еще до конца не разработана и безусловно будет совершенствоваться*. В использовании спутников для получения метеорологической информации имеются и вполне определенные трудности, например сложность создания системы спутников, обеспечивающих непрерывное глобальное наблюдение за процессами в земной атмо-

сфере, а также трудности, связанные с передачей и обработкой громадного количества информации.

Основной недостаток спутников в том, что измерение метеорологических параметров атмосферы и передача данных на Землю осуществляются без метеорологов на борту спутника.

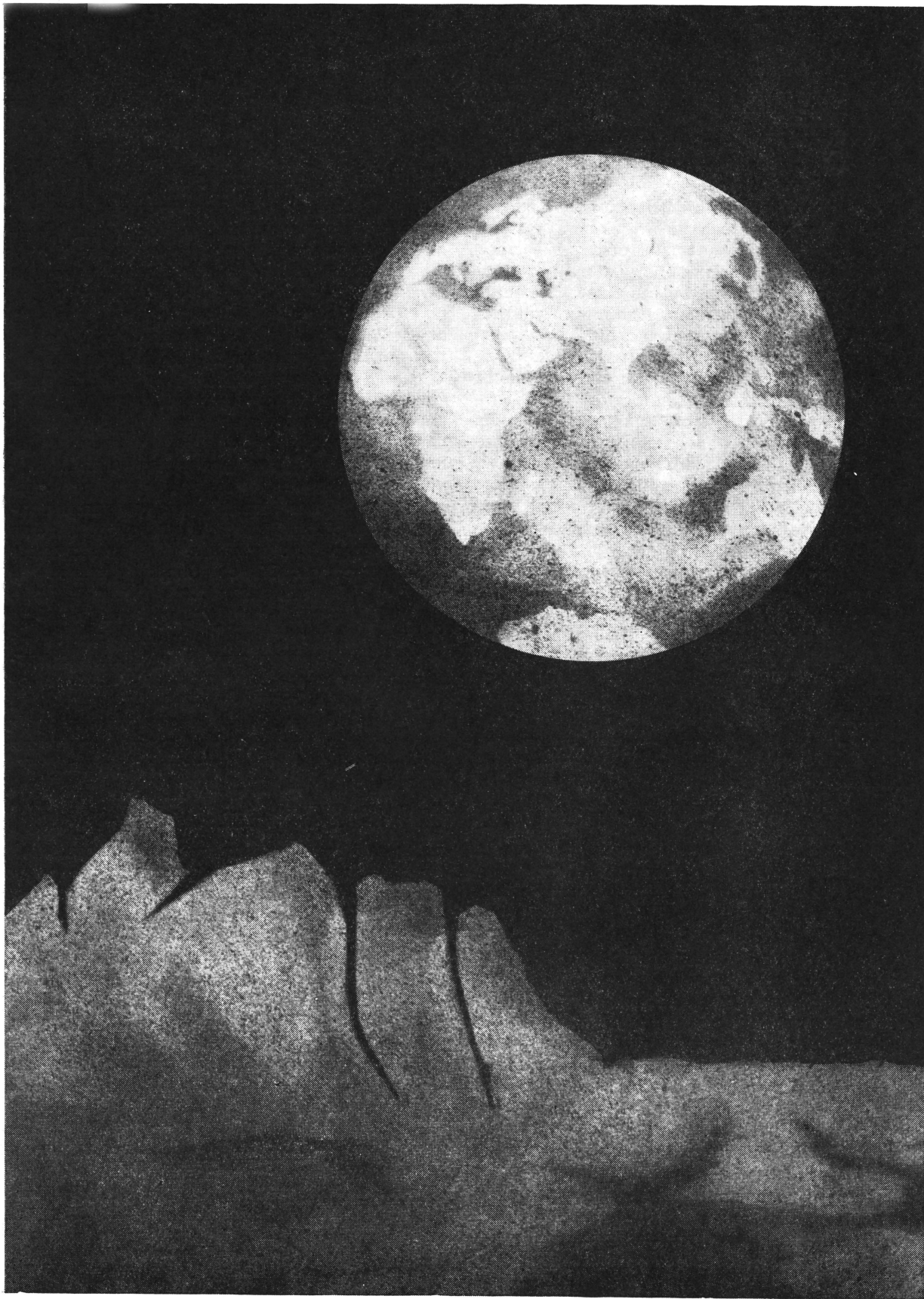
Продвижение человека в космос, очевидно, не окончится полетами на космических кораблях-спутниках. Недалек час, когда человек высадится на единственный естественный спутник Земли. Это важно не только для изучения Луны; наблюдения с нее за Землей дадут новый толчок для исследований в области астрофизики, геофизики и метеорологии.

Основное преимущество астрофизических и метеорологических наблюдений с Луны, по сравнению с аналогичными наблюдениями с Земли и с искусственных спутников,— отсутствие на ней атмосферы. Это позволяет значительно улучшить пространственную разрешающую способность приборов.

Теоретическая (т. е. идеальная) пространственная угловая разрешающая способность, представляющая собою минимально возможные для наблюдения угловые размеры объекта, пропорциональна отношению длины волны света, в котором производится наблюдение, к диаметру объектива прибора. Следовательно, для улучшения разрешающей способности надо увеличивать диаметр объектива. В земных условиях предельное разрешение устанавливает дифракция, а атмосферные возмущения. Это связано с тем, что изображение рассматриваемого в телескоп объекта искажается воздушными волнами. Изображение портится также под влиянием изменений показателя преломления воздушной среды на пути луча; они возникают вследствие турбулентных пульсаций температуры и плотности атмосферы. Поэтому даже наилучшее разрешение, которое при хороших атмосферных условиях может быть получено с поверхности Земли, не превышает $0'',4$. Разрешающая способность лунных инструментов может быть в несколько раз выше.

Это преимущество становится еще более очевидным при исследовании объектов, удаленных на расстояния во много раз большие, чем расстояние между Землей и Луной.

* См. статью М. С. Малкевича «Метеорологические спутники» в журнале «Земля и Вселенная», № 6, 1965 г.



Такой увидит Землю человек с поверхности Луны

Вредное влияние атмосферы сказывается и в том, что она не пропускает значительную часть излучений, приходящих из космоса, и этим существенно обедняет информацию о космических объектах. Так, большие количества водяного пара и углекислого газа в земной атмосфере мешают исследовать содержание этих газов в атмосферах других планет. Атмосферный озон и кислород, столь необходимые для поддержания жизни на Земле, защищающие все живое от губительного действия ультрафиолетовой и рентгеновской радиации Солнца, не пропускают эти излучения. Однако тем самым озон и кислород лишают исследователей возможности измерять коротковолновую часть спектра Солнца, крайне важную для изучения погодообразующих процессов. Получаемые ракетами и спутниками данные о коротковолновом излучении Солнца явно недостаточны, а корпускулярное излучение его изучено еще хуже.

Другое преимущество исследований с Луны — отсутствие на ней ветровых нагрузок и в несколько раз меньшая, чем на Земле, сила тяжести. Это значительно облегчает строительство обсерватории и позволяет упростить приборы. В сравнении с метеорологическими наблюдениями с искусственных спутников, подобные наблюдения с Луны также дают ряд преимуществ.

Во-первых, на Луне проще, чем на ИСЗ, решаются проблемы, связанные с габаритами приборов и источниками питания. Солнечной энергии, которая падает на единицу поверхности Луны, вполне достаточно, чтобы с помощью специальных установок, аккумулирующих солнечную энергию, обеспечить энергопитанием любую мощную обсерваторию.

Во-вторых, упрощаются топографическая привязка и ориентация приборов. Так как одно и то же полушарие Луны все время обращено к Земле, из одной точки лунной поверхности можно все время видеть Землю.

Наконец, в-третьих, и это, видимо, самое главное, лунная обсерватория будет управляться людьми, так как на Луне легче, чем на спутнике, осуществить защиту человека от смертоносной космической радиации и обеспечить его длительное пребывание в космосе.

Основные трудности метеорологиче-

ских исследований с поверхности Луны — относительно большая ее удаленность от Земли. Это ухудшает разрешающую способность.

КАК БУДЕТ ВИДНА ЗЕМЛЯ С ЛУНЫ?

Для наблюдателя, находящегося в некоторой точке видимого лунного диска, Земля будет видна все время в одном и том же участке небесной сферы с приблизительно размерами 20° по азимуту и 20° по высоте. В каждый момент можно видеть половину Земли, а в течение земных суток — осмотреть всю ее поверхность.

Даже наблюдатель, не вооруженный никаким оптическим инструментом, сможет совершенно отчетливо увидеть береговые линии континентов, крупномасштабные облачные образования, связанные с планетарной циркуляцией, области, покрытые снегом. На рисунке (стр. 29) представлена возможная картина Земли, видимая с Луны без оптического инструмента. С телескопом же диаметром 30 см можно различать земные объекты размером 1 км, если, конечно, их яркость больше или меньше яркости окружающего фона. На стр. 31 — фотография облачности, полученная советскими космонавтами с высоты 200 км (площадь 150×150 км, линейное разрешение 1—1,5 км). С Луны можно получить такую же фотографию, если использовать телескоп диаметром 25—30 см с полем зрения $1',5$.

Визуальные наблюдения Земли возможны благодаря контрасту между различными поверхностями, а этот контраст, в свою очередь, зависит в основном от отражательной способности земной поверхности, замутненности атмосферы, а также от высоты Солнца. Поэтому видимая картина Земли может в значительной мере меняться.

Не менее важно, чтобы лунная метеорологическая обсерватория кроме непрерывного наблюдения за Землей постоянно наблюдала и за Солнцем. Но из одной точки лунной поверхности можно видеть наше светило только 13,5 суток. Потому для непрерывного наблюдения за ним необходимы три лунные станции, расположенные под углом 120° .

ЗАДАЧИ ЛУННОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Какие же задачи будет решать лунная метеорологическая обсерватория? Она вовсе не призвана заменить систему метеоро-

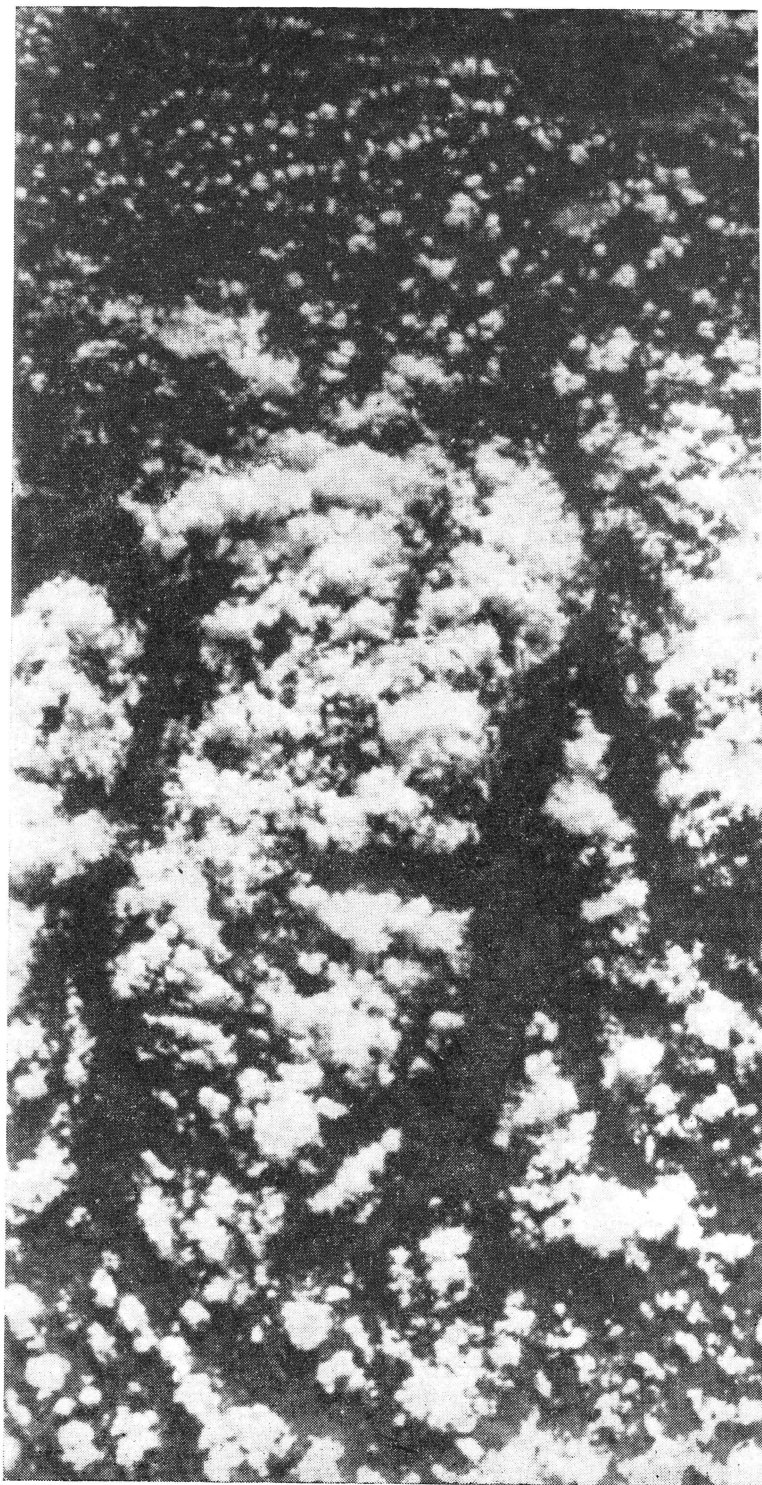
логических спутников. Лунная обсерватория не может обеспечить одновременного наблюдения за всей земной поверхностью и регистрировать процессы малого и среднего масштабов, так как удалена от Земли значительно дальше, чем спутники, а это снижает линейную разрешающую способность. Поэтому метеорологические задачи должны быть разумно поделены между искусственными спутниками и лунной обсерваторией.

Задачи, которые будет решать космическая метеорология, могут быть разделены на два класса. К первому относятся задачи, связанные с получением синоптической информации, которая будет сразу же использоваться в схемах прогноза погоды. Второй класс задач — это физические исследования, предпринимаемые с целью углубления нашего понимания процессов, происходящих в земной атмосфере. Решением задач первого класса, по-видимому, в большей мере, чем лунная обсерватория, будут заниматься метеорологические спутники. С Луны же можно проводить чрезвычайно интересные физические исследования, которые позволят выяснить особенности циркуляции в земной атмосфере (по сравнению с циркуляцией в атмосферах других планет), изучить влияние солнечной активности на погоду, провести разнообразные климатологические исследования и т. д. Однако не следует думать, что задачи первого класса будут решаться только со спутников, а второго — только с Луны. Исследования должны быть комплексными.

Методы решения метеорологических задач можно разделить на пассивные и активные.

Пассивные методы основаны на использовании информации, которую исследуемый объект посылает сам. При этом мы сталкиваемся с задачей астрофизики, когда по электромагнитному излучению космического объекта требуется определить его свойства.

Из-за относительно невысокой температуры (300°K) Земля (вместе со своей атмосферой) посылает в космос главным образом инфракрасное излучение. Исследуя спектральный состав уходящего в космос излучения, можно получить данные о температуре поверхности Земли, температуре облаков, вертикальном распределении температуры в атмосфере, распределении



Фотография облачности, полученная с искусственного спутника Земли

важных для теплового режима атмосферы углекислого газа, водяного пара и озона, давления и некоторые другие сведения.

Так как Солнце, благодаря своей более высокой температуре, превосходящей температуру Земли в 20 раз, излучает много больше энергии, в том числе и в инфракрасном спектре, то на первый взгляд может показаться, что в дневное время земное инфракрасное излучение будет забиваться солнечным и измерения окажутся невозможными. Этого не происходит из-за того, что расстояние между Солнцем и Луной значительно больше, чем между Землей и Луной. Вся энергия, излучаемая Солнцем, распределяется по сферической поверхности с радиусом (R), равным расстоянию между Солнцем и Луной; земное же излучение — по поверхности с радиусом (r), равным расстоянию между Землей и Луной. Таким образом, на единицу лунной поверхности приходится $1/4\pi R^2$ полного потока энергии от Солнца и $1/4\pi r^2$ полного потока от Земли. Так как $R = 1,5 \cdot 10^8$ км, а $r = 4 \cdot 10^5$ км, то поток энергии от Солнца будет ослаблен на Луне в 10^5 раз сильнее, чем поток от Земли. Вследствие того, что полная энергия, излучаемая Солнцем в инфракрасной области спектра, превосходит энергию излучения Земли не более чем в 1000 раз (в видимой и тем более в ультрафиолетовой области спектра это превышение на много порядков больше), солнечное инфракрасное излучение на Луне не может конкурировать с земным.

Активные методы основаны на изучении изменений, которые претерпевает зондирующий сигнал, проходя через земную атмосферу. Основными активными методами исследования земной атмосферы из космоса могут быть радиолокационный и светолокационный. При этом особенно перспективно использование лазеров, позволяющих получить узкий пучок большой мощности и высокой монохроматичности. Благодаря узости лазерного пучка импульс, излученный с поверхности Луны, может дать на Земле пятно диаметром меньше 1 км; при этом могут быть обнаружены даже мелкие неоднородности в атмосфере. Большая мощность и высокая степень монохроматичности позволяют выделять сигнал лазера на фоне прямого солнечного света. Применение активных методов в исследовании атмосферы требует больших

количеств энергии. Поэтому использование этих методов в условиях лунной обсерватории представляется более перспективным, чем на спутниках.

Некоторое промежуточное положение среди активных и пассивных занимает метод, основанный на измерениях спектрального распределения отраженного от Земли солнечного ультрафиолетового излучения. С помощью этих измерений можно определять вертикальное распределение и общее содержание озона в атмосфере, распределение аэрозолей, верхнюю границу облачности. Недостаток этого метода заключается в том, что он может быть применен только в дневное время.

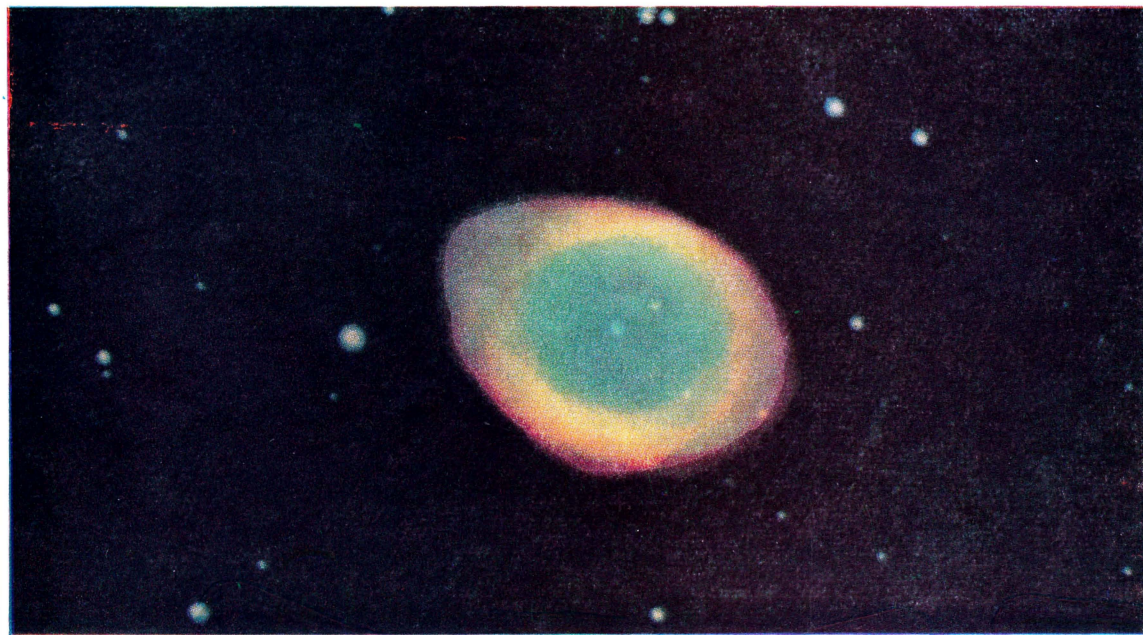
Использование на лунной обсерватории всех перечисленных методов связано с определенными теоретическими и экспериментальными трудностями. Теория должна дать способы извлечения конкретной метеорологической информации из записей спектров. Эта проблема разрешена далеко не полностью.

Что касается трудностей эксперимента, то они заключаются в необходимости регистрировать малые потоки энергии за короткий промежуток времени. Заметим, что поток энергии от одной и той же площадки Земли на единицу поверхности спутникового приемника в 10^5 — 10^6 раз больше, чем на единицу поверхности лунного приемника. Поэтому лишь относительно малая часть задач первого класса, связанная с изучением крупномасштабных процессов и климатологических характеристик, может успешно решаться с Луны.

Исследовательские возможности лунной обсерватории могут быть значительно расширены при использовании приемных зеркал большого диаметра, позволяющих увеличить поток энергии на приемник.

Таким образом, основные задачи, которые ставит перед лунной обсерваторией космическая метеорология, — это, в первую очередь, контроль солнечной активности, затем климатологические измерения и исследования и, наконец, разнообразные измерения чисто исследовательского характера для более глубокого изучения погоды и климата.

Создание лунной метеорологической обсерватории несомненно поможет человечеству прогнозировать погоду, а потом и управлять ею.



Планетарная туманность в Лире

Большая туманность в Орионе
 Фотографии получены фотографом-исследователем
 У. Миллером на 5-метровом рефлекторе обсерватории
 Маунт Паломар

B9

AO

F8

BO

FO

K2

A5

KO

B5

B8

K5

KO

PEG.

FO

GO

A2

F5

B3P

OA

OA

B2

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ФОТОГРАФИИ

О. Д. ДОКУЧАЕВА,

кандидат физико-математических наук

В 1839 г. известный физик и астроном Ф. Араго сделал ряд сообщений в Парижской академии о получении живописцем Л. Дагерром «скрытого изображения». Этот год вошел в историю как год изобретения фотографии — так впоследствии называли методы получения и фиксирования изображения, разработанные Ж. Ньепсом, Л. Дагерром и У. Тальботом.

Тогда же впервые в истории науки попытались сделать дагерротип Луны (Дагерр, Араго). Хотя изображение оказалось нечетким, опыт доказал возможность фотографирования Луны.

В следующем году Д. Дрепер, физик и астроном, повторил опыт Дагерра и также получил дагерротип Луны, а несколько лет спустя — снимки спектра Солнца. Первый снимок Солнца появился во Франции в 1842 г.

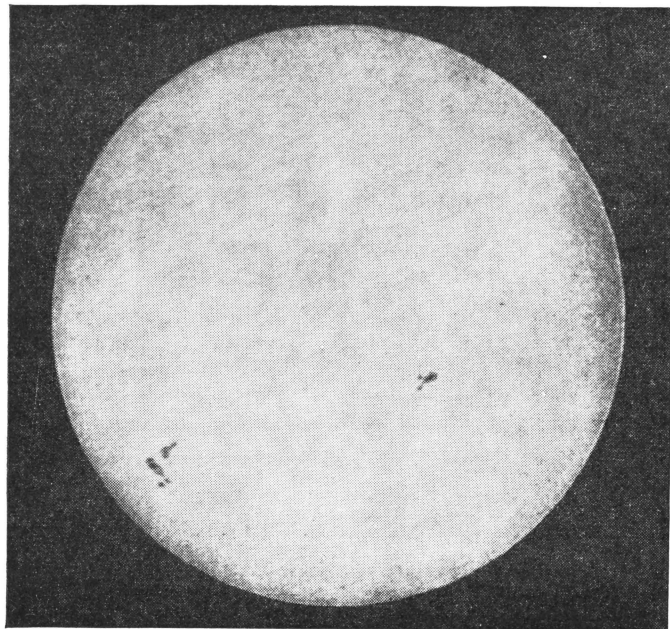
В России одним из первых сделал снимок лунного пути и лунного затмения профессор физики Е. Кнорр (Казанский университет) в

1844 г. Статья Кнорра с описанием его опытов опубликована в 1845 г.

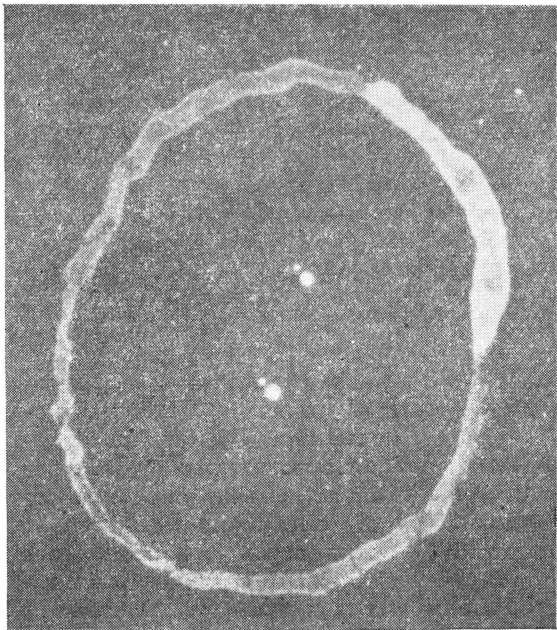
В скором времени (17 июля 1850 г.) были получены и первые дагерротипы звезд. На Гарвардской астрономической обсерватории сфотографировали Вегу, а затем и Кастор. Однако из-за больших выдержек, требовавшихся для фотографирования звезд, эти работы были оставлены.

Уже первые дагерротипы показали перспективность применения фотографии в астрономии. Действительно, объективность метода, возможность детально исследовать изображение небесного светила не в башне у телескопа, а днем в лаборатории, сделать точные измерения на пластинке и повторить исследование — все это очень важно для работы астронома.

Дагерротип Солнца, полученный 2 апреля 1845 г. известными физиками Физо и Фуко. Экспозиция 1/60 секунды. Солнечные пятна впервые запечатлены фотографическим методом



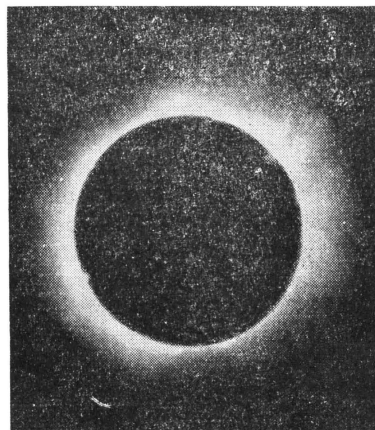
Фотокопия из «Henry Draper Catalogue» — основного каталога спектров звезд, созданного на Гарвардской обсерватории. Область η Кормы (η Carinae). Спектры получены на 8-дюймовом телескопе с объективной призмой



Первые фотографии двойной звезды Алькор и Мицар [8 мая 1857 г.]. Фотографии сделаны с помощью 15-дюймового рефрактора Гарвардской обсерватории мокрым коллодионным способом. Увеличенное изображение двойной звезды наблюдатель окружил овалом



Полное солнечное затмение 18 июля 1851 г. Дегерротип получен фотографом Берковским и астрономом доктором Бушем



Снимок Луны, полученный в 1852 г. Варреном Делярю на рефлекторе собственной постройки. Диаметр зеркала рефлектора 33 сантиметра

Насколько был велик интерес астрономов к новооткрытому методу, показывает такой пример. Дж. Гершель, один из образованнейших людей своего времени, узнав об открытии Даггерра, начал опыты и заново открыл фотографию. Он же предложил в качестве растворителя солей бромистого серебра тиосульфат натрия (гипосульфит), с тех пор неизменно применяемый в фотографии. Имеются сведения, что именно ему мы обязаны терминами «негатив» и «позитив».

В 1850—1851 гг. был изобретен мокрый коллодионный процесс, позволивший повысить светочувствительность пластинок почти в 100 раз. Приблизительно в эти годы металлические пластины, применявшиеся для дагерротипий, были заменены стеклянными.

Мокрый коллодионный процесс сразу же нашел применение в астрономии (1852 г., Варрен Делярю). Были получены прекрасные фотографии Луны, Солнца, солнечной короны. Изобретен спе-



Комета 1882 г. Фотография Д. Гилла считается первым удовлетворительным снимком кометы

циальный прибор для систематического фотографирования Солнца — фотогелиограф (Англия). Возобновились опыты по фотографированию звезд. В 1857 г. оказалось возможным получать изображения звезд уже не только 2-й, а 6—7-й звездных величин с экспозицией менее 100 секунд, с 38-сантиметровым рефрактором (Дж. Бонд).

Фотографии позволили окончательно решить вопрос о реальности солнечной короны, доказать потемнение солнечного диска к краю. Обнаружено совпадение результатов измерений углов и расстояний на астрономическом негативе с микрометрическими измерениями тех же величин.

Все дальнейшие усовершенствования фотографического метода находили применение в астрономии. Астрономия же, в свою очередь, выдвигала ряд новых проблем и способствовала развитию фотографии в целом.

Постепенно фотографические наблюдения вытеснили визуальные почти во всех областях астрономии. Были реконструированы телескопы, созданы новые, фотографические объективы, разработаны способы измерения астронегативов, построены измерительные приборы. Прогресс техники позволил полнее использовать возможности фотографического метода.

С введением в практику фотографии сухих броможелатиновых эмульсий

(1871 г.) и с открытием (1873 г.) оптической сенсibilизации их началось внедрение фотографического метода во все разделы



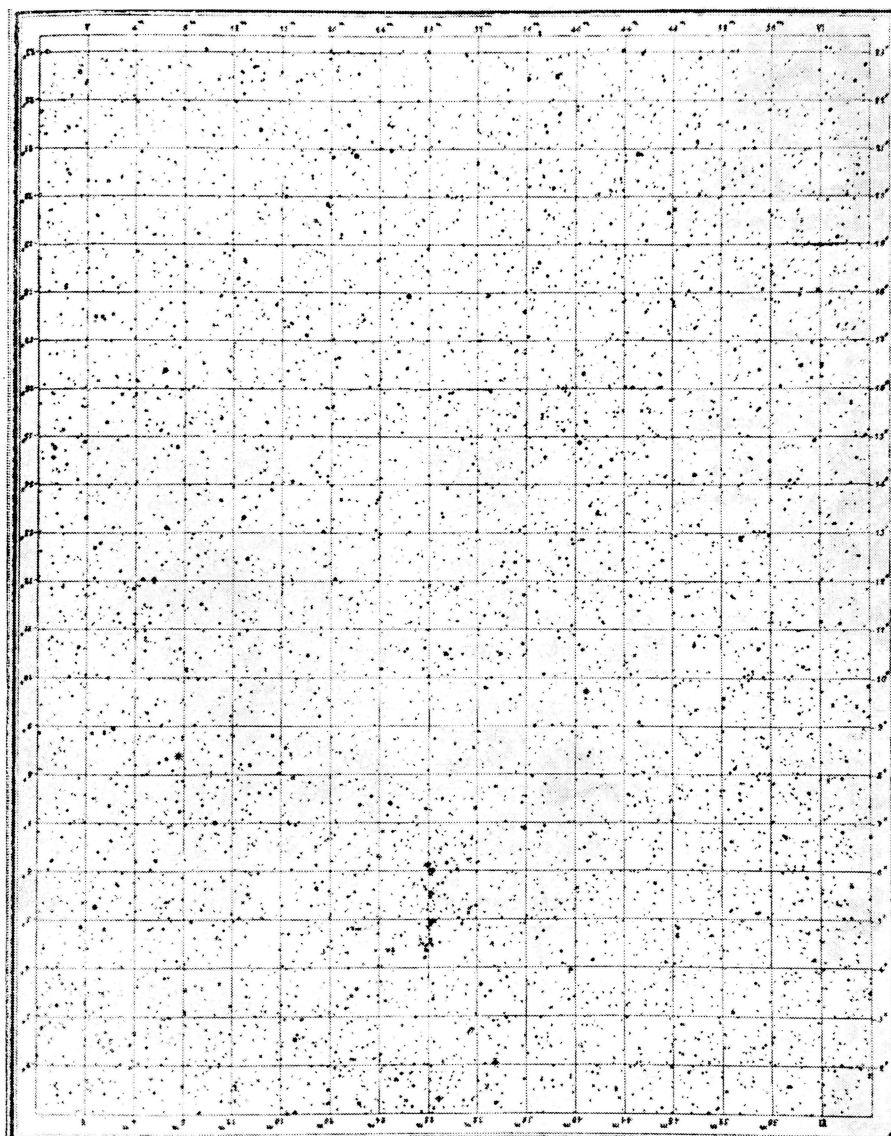
Туманность Ориона, снятая Робертсом, достигшим большого совершенства в фотографировании туманностей

астрономии. Начиная с 1880 г. быстро совершенствуются проявители и разрабатываются основы теоретических представлений о кинетике проявления.

Ниже мы проиллюстрируем наиболее значительные достижения астрономической фотографии.

Матвей Матвеевич Гусев [1826 — 1866 гг.] — один из первых в России астрофизиков, видный научный и общественный деятель. Совместно с директором Виленской обсерватории Е. Е. Саблером использовал фотографию для регистрации солнечной активности; принимал участие в установке первого в России фотогелиографа. Изучал фотографии Луны, переданные ему Варреном Делярю; впервые применил к фотографиям Луны математический метод исследования, основанный на точном их измерении





Уменьшенная копия листа
из атласа «Карта неба»
[«Carte du Ciel»]

Действенность фотографического метода была убедительно продемонстрирована созданием «Карты неба» («Carte du Ciel») — фотографического атласа и каталога точных координат (положений) всех звезд до 12—13-й звездных величин. План этой работы был утвержден на первой Международной конференции

астрофотографов в Париже в 1887 г. В его разработке видная роль принадлежит русским астрономам, в частности О. В. Струве. В создании «Карты неба» участвовало 18 астрономических обсерваторий, снабженных специально построенными телескопами. (Если бы фотографированием всего неба занималась одна обсервато-

рия, то ей для этого потребовалось бы 90 лет.)

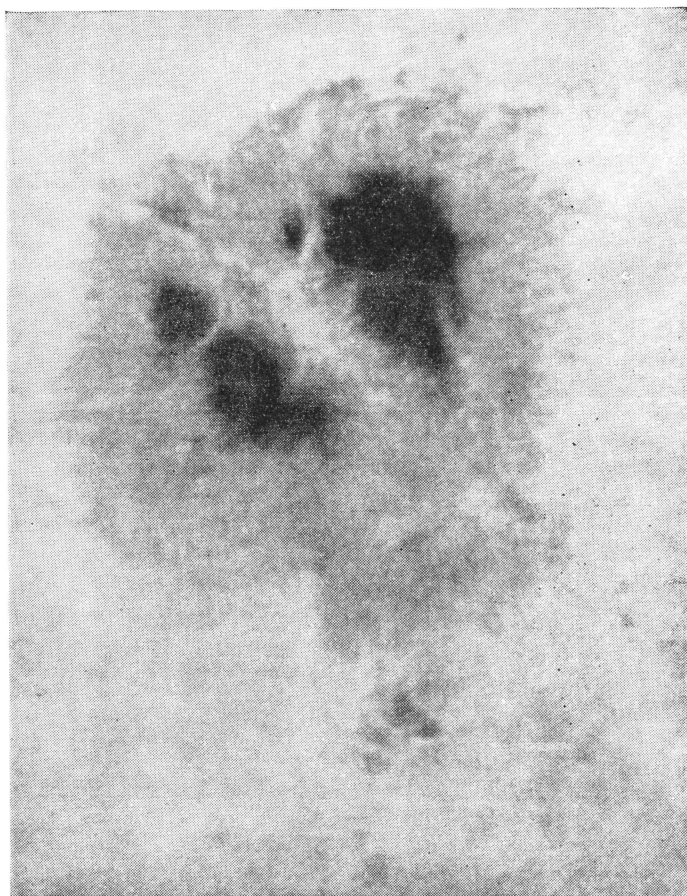
Для ускорения работы астроном Шлезингер применял в виде опыта объектив, покрывающий поле 140 квадратных градусов. Размер фотопластинок достигал 48×58 см, а вес каждой пластинки — около 4 кг.

«Карта неба» до сих пор слу-

жит незаменимым пособием при определении собственных движений и положений звезд, туманностей, галактик.

С помощью фотографии можно получить количественные данные о яркости светил — их важнейшей характеристике. Астрономы Дж. Бонд (1857 г.) и П. Жансен (1881 г.) впервые предложили измерять диаметры и почернения изображений звезд на фотопластинке. Основы точной фотографической фотометрии заложены позже, в 1910 г.

Не меньшие успехи достигнуты фотографией и в астрофизике. В 1863 г. получены первые спектрограммы звезд — едва заметные полосы; несколько лет спустя — удовлетворительные снимки спектров звезд, комет, туманностей. Э. Пиккеринг впервые применил объективную призму, превратив телескоп в гигантский спектрограф. Теперь на фотопластинке одновременно получались спектрограммы всех звезд, попавших в поле зрения телескопа (см. вклейку). В короткое время были сняты спектры многих тысяч звезд, потребовав-



Мисс А. Д. Кеннон 45 лет жизни посвятила анализу спектральных снимков звезд, полученных на Гарвардской обсерватории. Ею отклассифицировано более 400 000 спектров; она — один из авторов многотомного каталога спектров звезд



ших описаний и классификации. Каталоги спектров звезд, созданные в то время на Гарвардской обсерватории, используются до сих пор.

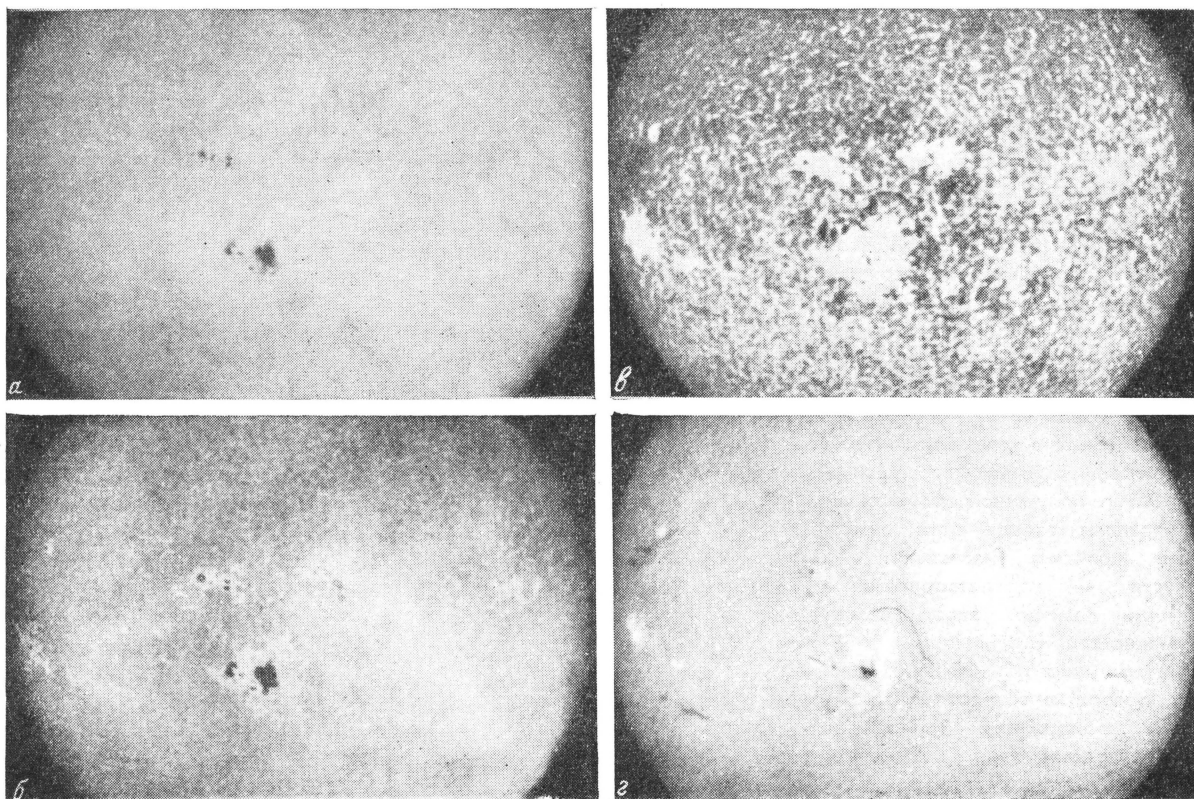
Фотографические наблюдения Луны привлекали большое внимание и астрономов и любителей астрономии. Прекрасные фотографии, полученные Л. Розерфордом, позволили ему выпустить первый фотографический атлас Луны (1865—1874 гг.). Однако только более поздние фотографии, полученные 20—30 лет назад на крупнейших телескопах мира и современных эмульсиях, оказываются вполне сравнимыми с лучшими из визуальных наблюдений, превосходя их в объективности и точности.

А. П. Ганский (1870—1908 гг.) много и успешно работал над изучением Солнца на Пулковской обсерватории. Им получены великолепные фотографии солнечной короны, грануляции солнечной поверхности. Здесь приведена одна из фотографий солнечного пятна, полученная Ганским

Необходимость точных карт лунной поверхности в наши дни очевидна. Высадка человека на Луну — дело, вероятно, недалекого будущего. Сейчас крупнейшие обсерватории мира заняты составлением нового фотографического атласа Луны.

Фотографические наблюдения Солнца составляют особую главу астрономии.

Если еще в XIX веке для изу-



Фотографии поверхности Солнца, полученные 1 марта 1942 г. во Фраунгоферовском институте [Германия] и на Медонской обсерватории [Франция]: а — в белом свете; б — в линии K_2 ; в — в линии K_3 ; г — в линии H_α [K_2 и K_3 — элементы профиля спектральной линии К ионизованного кальция]

чения Солнца применялись те же инструменты, что и для наблюдения, например, звезд и комет, — телескоп или спектрограф, то в XX веке развилась солнечная наблюдательная техника, максимально использующая специфику Солнца — его большой диск, большую яркость. Уже в 1892 г. астрономы стали фотографировать весь солнечный диск в отдельных спектральных линиях элементов — сперва в лучах H и K ионизованного кальция, а с изобретением панхроматических фотоэмульсий — и в лучах красной линии водорода (H_α).

В 1912 г. Г. Хэл построил первый башенный солнечный телескоп, в котором целостат (следящая система) и астрономический объектив находились высоко над землей, а массивные спектрографы — в колодце под землей.

Чрезвычайно плодотворным оказалось применение фотографического метода в астрометрии. Определение положений слабых звезд, их движений и параллаксов, открытие новых планет, комет, спутников планет осуществляется почти исключительно с помощью фотографии.

В полной мере мощь фото-

графического метода сказалась при открытии малых планет. В 1891 г., когда М. Вольф начал фотографирование малых планет, их было известно около 300. К 1960 г. это число возросло до 1600.

Русские астрометристы, уделяя большое внимание учету разного рода систематических и случайных ошибок, способствовали повышению точности результатов измерений. Малые погрешности измерений позволили пулковским астрометристам А. Н. Дейчу и В. Н. Лавдовскому доказать существование невидимого спутника

звезды 61 Лебеда. Обнаружение невидимых спутников имеет важное значение в решении проблемы распространенности жизни во Вселенной.

Дальнейший прогресс фотографии связан с изобретением гибких целлулоидных пленок (90-е годы XIX века), что ускорило развитие кинематографии. Применение кинематографии для изучения движений солнечных протуберанцев, факелов и других образований чрезвычайно полезно.

В Советском Союзе кинематографирование Солнца проводится на Крымской астрофизической обсерватории.

Перед второй мировой войной освоено производство эмульсий, наиболее эффективных именно для астрономии, т. е. для фотографирования слабосветящихся объектов при длительных выдержках, достигающих до многих часов.

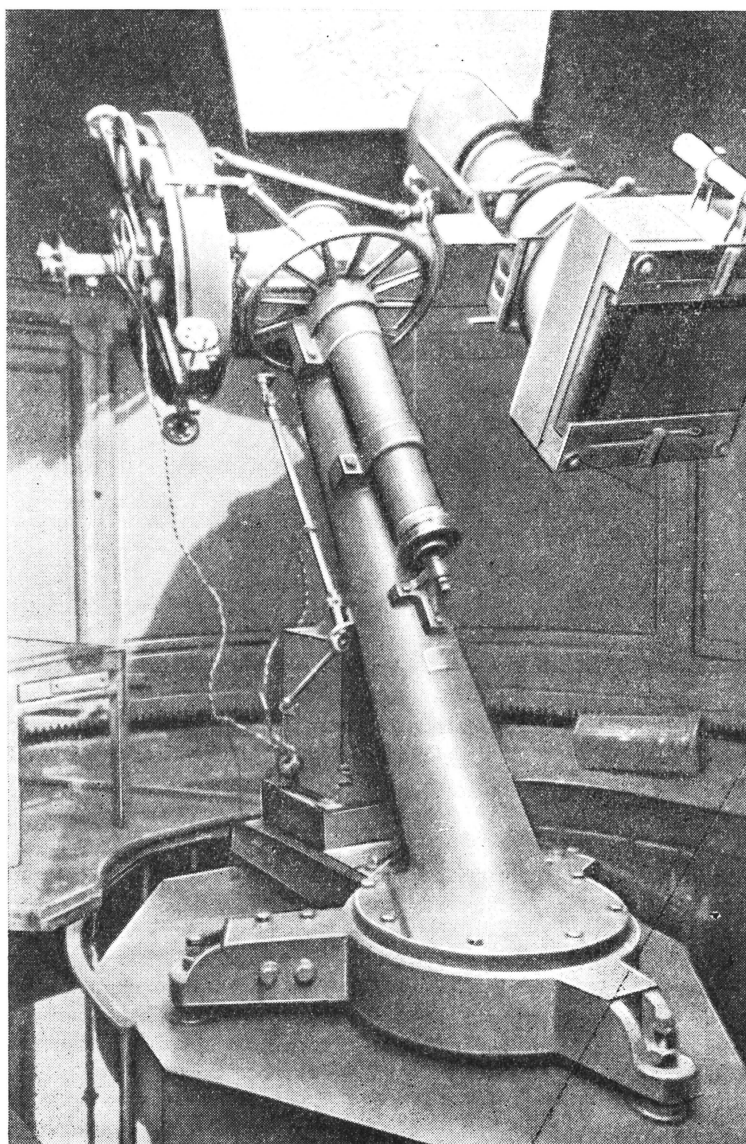
Применение астрономических фотоматериалов в современных телескопах-гигантах раздвигает границы доступной человеку части Вселенной.

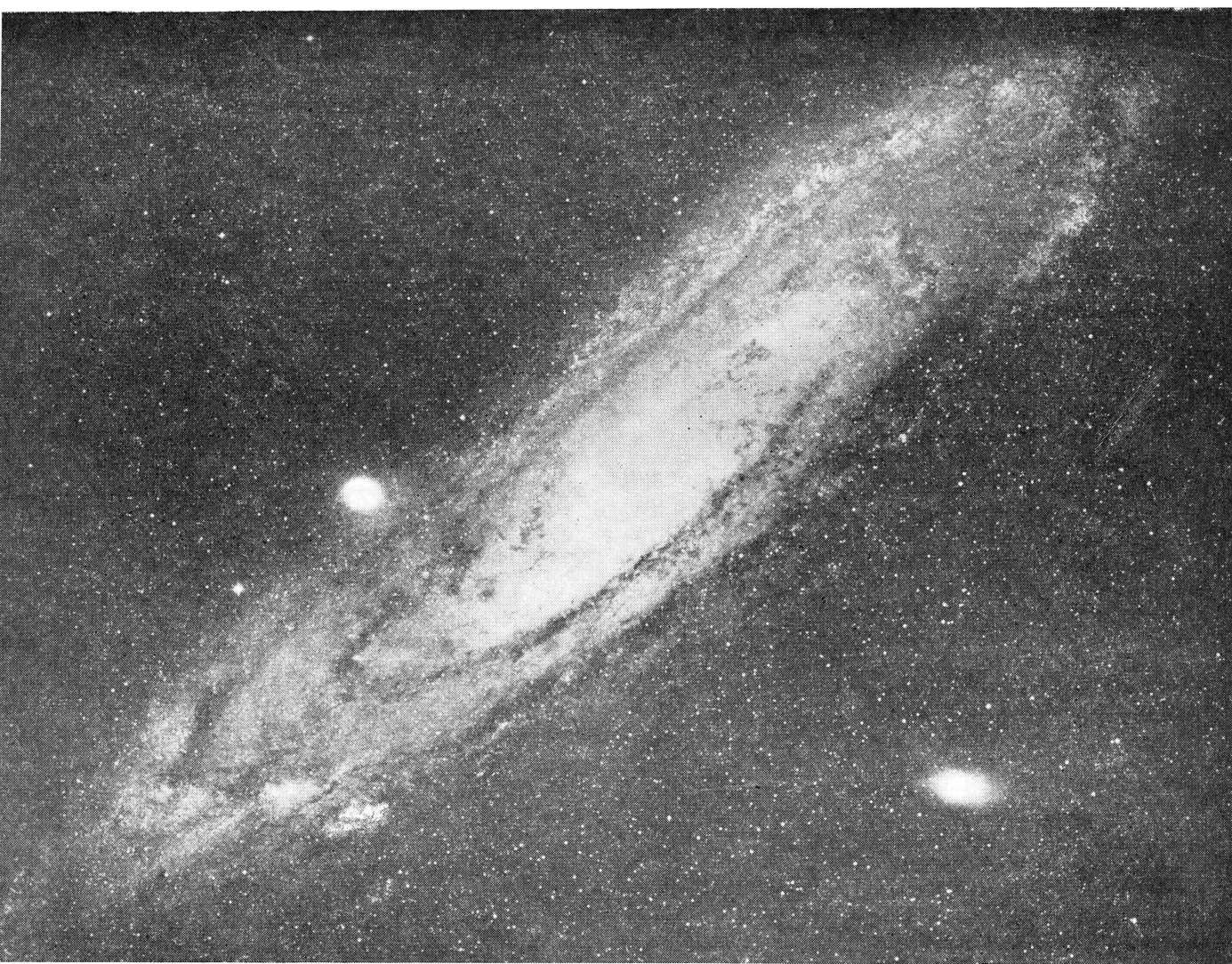
В качестве примера современных астрономических фотографий можно назвать атлас, выполненный на Паломарской обсерватории с 48-дюймовым шмидтовским зеркально-линзовым телескопом (1954 г.). Северная часть звездного неба (от -32° склонения) заснята на фотопластинки, чувствительные к синим (экспозиции 10—15 минут, предельная звездная величина 21) и к красным лучам. В последнем случае фотографирование велось через красный светофильтр. За 40—60 минут получали изображения звезд до 20-й звездной величины. Толщина стекла фотопластинки размером 35,5×35,5 см, составляла всего 1 мм. Парные фотографии для 879 центров репродуцированы на фотобумаге. Были приняты все меры для того, чтобы сохранить следы наиболее

слабых звезд и туманностей. При изготовлении контратипов и репродукций воздух между эмульсионными сторонами фотоматериалов откачивался.

Цветная фотография была изобретена около 1900 г. В 30-х годах XX века появились многослойные цветные фотопленки, а несколько лет спустя Г. Слоука

Экваториальная камера Московской обсерватории была установлена в 1895 г. На ней проводилось систематическое фотографирование переменных звезд. Теперь в Москве находится международный центр по изучению переменных звезд





Фотография туманности Андромеды, полученная с 48-дюймовым телескопом Шмидта обсерватории Маунт Паломар

сделал первые цветные киносъемки полного солнечного затмения.

Первые цветные фотографии слабосветящихся астрономических объектов получены сравнительно недавно, в 1959 г., фотографом-исследователем У. Миллером. Он сфотографировал туманность Ориона, галактику в со-

звездии Андромеды и другие объекты. Применялся 5-метровый рефлектор обсерватории Маунт Паломар. Выдержки достигали 2—4 часов. Для коррекции цвета использовались светофильтры, которые ослабляли $\frac{2}{3}$ синего и $\frac{1}{5}$ зеленого тонов.

Качество снимков было вскоре улучшено путем сильного охлаж-

дения эмульсии во время экспонирования. Цветная пленка помещалась в кассете в вакууме при температуре -78°C . Это позволило сократить экспозиции и улучшить баланс цвета. При охлаждении эмульсии оказалось возможным избежать передержки для центральных частей туманностей и ядер галактик.

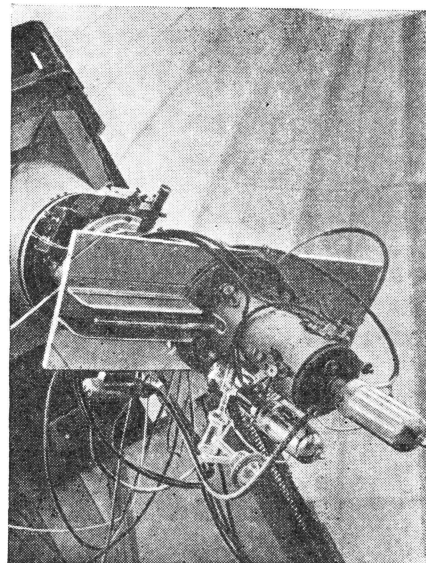
Цветные фотографии, кроме доставляемого эстетического удовольствия, облегчают изучение физической природы небесных тел, помогают узнать зоны распространения водорода (красный цвет), кислорода (синий цвет) в туманностях, заменяя трудоемкое спектрофотометрическое исследование черно-белых фотографий.

Цветные фотографии небесных светил, пока, насколько нам известно, не подвергаются точному количественному анализу и служат скорее для демонстрации многообразия форм и цветов небесных объектов.

В последние 10—15 лет все большее распространение получают приборы для усиления оптических изображений — электронно-оптические преобразова-

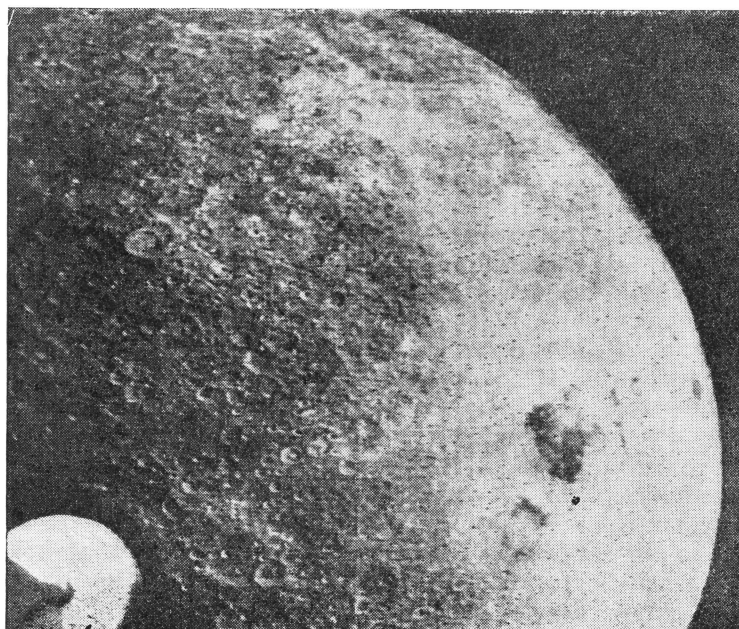
тели и электронные камеры. Регистрируемое электронно-оптическим преобразователем оптическое изображение может быть построено ультрафиолетовыми, видимыми или инфракрасными лучами. Усиленное изображение фотографируется. Особенно высока эффективность использования электронно-оптических преобразователей в инфракрасной области излучения небесных светил. Одними из первых эти методы применили в 1948 г. А. А. Калинин, В. И. Красовский и В. Б. Никонов для изучения области галактического центра.

В электронной камере используются электронографические пластинки, которые позволяют сократить экспонирование в 20—25 раз по сравнению с астрономической фотоэмульсией.



Электронная камера, установленная на телескопе с зеркалом 120 см [обсерватория на горе От-Прованс, Франция]

Фотография Луны, переданная автоматической межпланетной станцией «Зонд-3». На снимке, сделанном 20 июля 1965 г., изображены экваториальная и северная части обратной стороны Луны до границы освещенной области



В эру космических полетов астрономическая фотография поднялась на новую ступень. 7 октября 1959 г. с борта советской автоматической межпланетной станции «Луна-3» были переданы на Землю первые фотографии обратной стороны Луны. В июле 1965 г. «Маринер-4» сфотографировал Марс, а «Зонд-3» — ранее несфотографированные области обратной стороны Луны. С этими фотографиями мы уже знакомили читателей.

Астрономическая фотография непрерывно совершенствуется. Впереди новые удивительные открытия.



**СИМПОЗИУМЫ,
КОНФЕРЕНЦИИ,
СЪЕЗДЫ**

ФОРУМ АСТРОНОМО- ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ОБЩЕСТВЕННОСТИ НАШЕЙ СТРАНЫ

(Заметки делегата IV съезда ВАГО)

Высотное здание Академии наук Латвийской ССР рижане называют Дворцом науки. Здесь 26 октября 1965 г. открылся IV съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО). В конференц-зале 251 делегат с правом решающего и совещательного голоса и 155 гостей. Из 238 делегатов с решающим голосом 72 — посланцы членов-коллективов ВАГО. Среди делегатов известные советские ученые — академики и члены-корреспонденты Академии наук СССР и академий союзных республик, свыше ста докторов и кандидатов наук. Среди гостей — представители научных учреждений, министерств, ведомств, высших учебных заведений, журналисты.

IV съезд ВАГО отличался не только представительностью состава, но и обширностью своей программы. На пленарных и секционных заседаниях сделано около пятидесяти докладов, посвященных различным аспектам деятельности ВАГО и актуальным проблемам современной астроно-

мии и геодезии. Некоторые научные доклады будут опубликованы в нашем журнале. Впоследствии отдельным изданием выйдут в свет «Труды IV съезда ВАГО». В предложенных вниманию читателей заметках делается попытка дать лишь самое общее представление о съезде.

Открывая съезд, президент ВАГО профессор Д. Я. Мартынов напомнил о выдающихся событиях в жизни нашей страны, которые произошли за пять лет, отделяющих IV съезд от предыдущего. Событиями первостепенной важности были XXII съезд КПСС, принявший новую Программу партии, октябрьский 1964 г. и сентябрьский 1965 г. пленумы Центрального комитета КПСС. В 1961 г. состоялся исторический полет Ю. А. Гагарина, проложивший дорогу в Космос целой плеяде героев. Всемирное признание получили фотографии обратной стороны Луны, переданные на Землю с борта советской автоматической станции «Зонд-3». Прошедшие пять лет были года-



ми успешного выполнения семилетнего плана развития народного хозяйства и дальнейшего развития советской науки. В этих условиях значительно возросла роль Всесоюзного астрономо-геодезического общества, объединяющего в своих рядах специалистов из разных учреждений и институтов, людей, живущих в различных уголках нашей страны. Настоящий съезд собрался, чтобы подвести итоги выполненной работы и наметить основные вехи дальнейшей деятельности ВАГО.

Академия наук Латвийской ССР и Латвийское отделение ВАГО много сделали для успешной работы съезда. От имени гостеприимных хозяев с приветствием к съезду обратился член-корреспондент АН Латвийской ССР И. М. Кирко. Затем было оглашено приветствие советских летчиков-космонавтов.

О работе ВАГО за 1960—1965 гг. рассказывал профессор Д. Я. Мартынов. Сейчас ВАГО объединяет 44 местных отделения,

3464 действительных члена, 1169 членов юношеских секций и 113 членов-коллективов. За последние пять лет число действительных членов увеличилось на 60%, членов юношеской секции — в 6 раз, членов-коллективов — в 4 раза, число отделений — на 25%. Участвуя в программе МГСС, члены ВАГО провели значительную работу по исследованию метеоров и серебристых облаков. Об этих интересных работах любителей астрономии уже рассказывалось в нашем журнале. И все-таки на этом нельзя не остановиться. Исследования метеоров в ВАГО проводились по весьма обширной тематике. Они включали визуальные наблюдения методом квалифицированного счета, фотографирование с целью изучения параметров движения метеорных тел в земной атмосфере, спектрографирование, наблюдения телескопических метеоров, наблюдения метеорных следов. Члены ВАГО активно участвовали в теоретическом изучении проблемы движения в атмо-

IV СЪЕЗДУ ВАГО

Дорогие товарищи!

От имени моих друзей — космонавтов и от себя разрешите сердечно приветствовать вас и в вашем лице всех специалистов астрономов и геодезистов Советского Союза, многочисленную армию любителей, ведущих работу в области астрономии и геодезии.

Деятельность членов Всесоюзного астрономо-геодезического общества и впредь должна быть направлена на активное содействие развитию советской науки и техники. Сейчас, когда наша советская наука развивается необычайно бурными темпами,

когда на повестку дня поставлены грандиозные задачи исследования космического пространства, полеты ракетных аппаратов, космических кораблей, а затем и человека на ближайшие к Земле небесные тела, особенно важное значение приобретают астрономические и геодезические исследования, без которых мы не мыслим освоение космоса.

Желаю успешной и плодотворной работы вашему съезду, а всем его делегатам личного счастья, здоровья и больших успехов.

От имени космонавтов СССР
К. П. ФЕОКТИСТОВ

сфере крупных метеоритных тел, использовали статистические методы обработки наблюдений численности и функции светимости метеоров. Неоднократно организовывались экспедиции для наблюдений метеоров, проводились экспедиционные работы на месте падения Тунгусского метеорита и обработка различных связанных с ним материалов. Присутствуя на просмотре нового документального фильма о Тунгусском метеорите, делегаты съезда без труда узнавали среди героев фильма участников тунгусских экспедиций — активных деятелей ВАГО.

Наблюдения серебристых облаков проводились наиболее интенсивно в 16 отделениях ВАГО. В основном это были патрульные визуальные и фотографические наблюдения. Члены ВАГО создали специальные приборы для съемки серебристых облаков, изучения их динамики, оптических и спектральных свойств. Важно, что удалось не только собрать большой и ценный наблюдательный материал, но и в значительной степени обработать его, а результаты опубликовать. Члены Московского, Ленинградского, Эстонского, Латвийского, Томского, Горьковского и Новосибирского отделений неоднократно выступали с научными докладами на регулярно созываемых совещаниях по исследованию серебристых облаков.

Успешные исследования в ВАГО метеоров и серебристых облаков наглядно показывают, что массовые научно-любительские наблюдения, правильно организованные и проводимые по тщательно разработанным программам, могут принести большую пользу современной науке. При этом, разумеется, огромное значение имеет энтузиазм, с которым, например крымские товарищи организуют наблюдения метеоров, а москвичи, члены Эстонского и Латвийского отделений ВАГО участвуют в исследовании серебристых облаков.

16 экспедиций ВАГО были организованы для наблюдения полного солнечного затмения 15 февраля 1961 г. В меньшем масштабе проводились научно-исследовательские наблюдения Луны, планет, комет, переменных звезд, а также исследования по проблемам астрофизики и истории астрономии.

Деятельность геодезистов в ВАГО раз-

вертывалась по таким основным направлениям: геодезические совещания и конференции, обсуждавшие постановку геодезических работ и организацию геодезической службы на промышленных стройках, предприятиях и в проектно-изыскательских учреждениях; научно-исследовательская работа (например, изучение движений земной коры) и научно-пропагандистская и популяризаторская деятельность, в которой основную роль играли доклады, знакомящие геодезистов с новым техническим оснащением, новыми методами геодезических работ.

О возросшей активности общества свидетельствует его издательская деятельность. В период между III и IV съездами издано 29 книг, сборников, календарей и бюллетеней общим объемом 266 авторских листов (в 1955—1959 гг. объем изданий ВАГО составил 155 авторских листов). Начат выпуск небольших монографий и сборников статей членов ВАГО. В отчетном докладе и выступлениях особо отмечалась важная роль долгожданного журнала «Земля и Вселенная» и высказывались предложения по его совершенствованию.

На съезде подчеркивалось, что ВАГО в основном выполнило перспективный план своей работы, составленный на 1961—1965 гг. Теперь предстоит разработать перспективный план на 1966—1970 гг.

В отчетном докладе подробно рассматривалась деятельность учебно-методической и массовой секций, содержание работы которых будет раскрыто ниже.

Полуторачасовой отчетный доклад был дополнен многочисленными выступлениями в прениях, а также осмотром тщательно подобранных экспонатов выставки работ членов ВАГО.

На пленарные заседания съезда был вынесен ряд научных докладов по астрономии и геодезии. Особый интерес вызвали доклады академиков В. А. Амбарцумяна «Перспективы развития современной астрофизики» и А. А. Михайлова «Новые фотографии обратной стороны Луны».

В. А. Амбарцумян отметил, что современная астрофизика — ведущая область астрономии — переживает период «бури и натиска». Она стала «насквозь эволюционной наукой». Рассматривая тенденции развития астрофизики, академик подробно охарактеризовал принципиальное значение



В президиуме съезда

и возможности радиоастрономии, рентгеновской астрономии, внеатмосферной астрономии, астрофизики космических лучей. Новейшие методы исследования привели к новым представлениям о Вселенной. Это особенно наглядно проявилось в небывалом расцвете внегалактической астрономии. Мир предстал перед нами другим, эволюционным, значительно более сложным, чем он казался раньше. Открытия последних лет убедительно показали, что природе нельзя навязывать тривиальные представления. Развитие астрофизики прекрасно иллюстрирует основной тезис материалистической философии, утверждающей объективное, независимое от сознания людей существование внешнего мира. Дальнейший прогресс в области астрофизики неразрывно связан с тщательным изучением слабых объектов, с использованием больших и совершенных инструментов.

На меня произвело неизгладимое впечатление отношение аудитории к докладу, глубокое внимание, с которым сотни людей слушали В. А. Амбарцумяна.

Академик А. А. Михайлов свое выступление предложил несколько расширить. Он рассказал не только о новых фотографиях обратной стороны Луны, но и поделился

впечатлениями о происходившем в сентябре 1965 г. в Афинах конгрессе Международной астронавтической федерации. Многие из присутствовавших на съезде слышали А. А. Михайлова впервые. Но, пожалуй, не только этих людей пленило удивительное умение А. А. Михайлова рассказывать интересно, просто, остроумно и исключительно образно.

Геодезическим проблемам на пленарных заседаниях съезда были посвящены весьма интересные доклады профессоров И. Д. Жонголовича «Состояние и задачи космической геодезии», Н. Г. Видуева «Геодезия на службе строительства» и Ю. Д. Буланже «Геодезические методы изучения строения земной коры».

Секции съезда работали одновременно, и, естественно, не было возможности выслушать все доклады, о чем нередко приходилось сожалеть. В частности, геодезисты не могли присутствовать на заседаниях астрономической секции, где ряд докладов был бы им интересен, члены астрономической секции не смогли принять участие в дискуссиях, развернувшихся на заседаниях учебно-методической и массовой секций, и т. д.

На заседаниях астрономической секции достаточно разносторонне обсуждались

лунные проблемы (природа Луны, вопросы селенодезии и селенологии). Доклад профессора К. Ф. Огородникова «Структура и динамика Галактики» явился дальнейшим развитием представлений, изложенных в известном читателям нашего журнала докладе голландского профессора Яна Оорта. Профессор С. Б. Пикельнер посвятил свой доклад эволюции галактик. Исходя из предположения, что галактики образуются при конденсации первичного межгалактического газа и сжатии магнитного поля, С. Б. Пикельнер показал, как в зависимости от массы, вращательного момента, ориентации магнитного поля относительно оси вращения образуются галактики разных типов.

«Физика катастрофической стадии развития звезды» — тема доклада академика Я. Б. Зельдовича и кандидата физико-математических наук И. Д. Новикова. В этом

докладе рассказывалось о возможных путях эволюции звезд, имеющих разные массы и исчерпавших запасы ядерной энергии.

В докладе профессора И. А. Хвостикова «Природа серебристых облаков» были рассмотрены основные свойства и теория серебристых облаков в связи с современными проблемами физики верхней атмосферы Земли и сформулированы задачи дальнейших исследований. Значительное внимание докладчик уделил анализу результатов ракетного зондирования серебристых облаков, а также обсуждению механизма влагообразования в высоких слоях атмосферы (фотохимические процессы в мезосфере, солнечный ветер и «солнечный дождь»).

Профессор Р. В. Куницкий выступил с докладом «Аберрация света в теории относительности».

Разнообразной была тематика докладов

Делегаты и гости IV съезда ВАГО



на геодезической секции. Здесь обсуждались возможности применения новых инструментов и перспективы использования электронно-счетных машин в геодезических работах (В. Д. Большаков, М. С. Черемисин, Г. М. Гринберг), проблемы горизонтальных и вертикальных движений земной коры (Д. Н. Фиалков, О. В. Якубовский, К. А. Лосев, П. П. Казанчян и др.), а также актуальные проблемы инженерной геодезии (Н. А. Поляков, П. В. Долгополов и др.).

Проблемы астрономического образования — предмет особой заботы ВАГО. Особенностью обсуждения этих проблем на IV съезде было комплексное рассмотрение всех звеньев астрономического образования. В отчетном докладе Центрального совета, в докладах профессоров Н. П. Грушинского, Р. В. Куницкого, В. В. Радзиевского, доцента М. М. Дагаева, Е. П. Левитана и в последующей широкой дискуссии подробно анализировалось состояние преподавания астрономии в средней и высшей школе и обсуждались вопросы подготовки высококвалифицированных астрономических кадров в аспирантуре. Как известно, в астрономических кадрах нуждаются не только обсерватории, но и педагогические институты, средние школы, планетарии. Астрономы-специалисты в небольшом количестве готовятся в ряде университетов на физических или механико-математических факультетах. Аспирантуры имеются при университетах, астрономических обсерваториях и некоторых педагогических институтах. Однако далеко не всегда высшие учебные заведения, в которых ведется подготовка астрономов-специалистов, обладают необходимыми для этого возможностями. Целевая аспирантура используется недостаточно.

На съезде подчеркивалось, что существенное значение для улучшения подготовки астрономов-специалистов имело бы создание астрономо-геофизических факультетов при Московском и Ленинградском университетах, ограничение профилей выпускаемых специалистов в других университетах. Уже давно назрела необходимость урегулирования положения университетских обсерваторий, являющихся не только базой для подготовки специалистов, но и научно-исследовательскими центрами. Серьезное беспокойство вызывает состояние подготовки учителей астрономии для

средних школ. Так, в педагогических институтах, готовящих учителей астрономии, до минимума уменьшено число часов по астрономии, да и кадры преподавателей астрономии, т. е. учителя будущих учителей, сами нуждаются в повышении квалификации. Важнейшие рекомендации III съезда ВАГО по вопросам преподавания астрономии в педагогических институтах до сих пор не выполнены и IV съезду пришлось подтвердить их актуальность.

Профессор В. В. Радзиевский обстоятельно обосновал проекты планов подготовки специалистов физико-астрономического и математико-астрономического профилей. Эти проекты могут быть реализованы уже сейчас без существенной ломки учебных планов педагогических институтов с четырехлетним сроком обучения.

Ознакомление с состоянием школьной астрономии оставляет безотрадное впечатление. В эпоху бурного расцвета астрономической науки и тесно связанных с нею космических исследований число часов на астрономию — учебный предмет, имеющий острую идеологическую направленность — вдвое меньше, чем в дореволюционной школе. Однако и этот мизерный по своему объему курс астрономии во многих школах преподается формально, а нередко уроки астрономии заменяются уроками по другим учебным предметам. Решительное изменение этого положения требует: создания при институтах усовершенствования учителей курсов для учителей астрономии; обеспечения школ минимумом приборов и наглядных пособий; выпуска методического руководства для учителей астрономии. Это должно быть сделано в самое ближайшее время. Резолюция съезда по учебно-методической работе дает основание надеяться, что в ближайшие годы все-таки будет достигнут ощутимый прогресс в астрономическом образовании, причем, по-видимому, это произойдет тем быстрее, чем раньше астрономическая общественность сумеет четко определить свое отношение к такому важному вопросу, как содержание астрономического образования. Пока необходимой ясности нет. Об этом, в частности, свидетельствует острая дискуссия на заседании учебно-методической секции съезда, возникшая при обсуждении вопроса о том, как отразить в школьном курсе современ-

ную науку, какой должна быть школьная астрономия. Оказалось, что есть еще немало преподавателей астрономии высших учебных заведений, которые, не считаясь со спецификой и трудностями школьного преподавания, стремятся сохранить давно устаревшую структуру школьного курса.

Составная часть деятельности ВАГО — содействие формированию научно-материалистического мировоззрения советских людей путем пропаганды научных знаний по астрономии и космонавтике.

Формы работы массовых секций, имеющих во многих местных отделениях ВАГО, весьма разнообразны (лекции, содействие созданию и успешной работе планетариев и народных обсерваторий, выступления членов ВАГО в печати, по радио и телевидению и т. д.). На заседании массовой секции съезда было поставлено пять основных докладов. И. Ф. Шевляков посвятил свой доклад идеологическому содержанию лекций по астрономии. Докладчик — один из старейших лекторов Московского планетария — проанализировал идеологическое содержание нескольких лекций («Земля в мировом пространстве», «В глубинах Вселенной», «Жизнь во Вселенной», «Человек, космос и бог», «Освоение космоса и религия», «Астрономия на службе строительства коммунизма» и др.). К. А. Порцевский рассказал о работе Московского планетария, подробно остановившись на использовании аппарата «планетарий» и организации астрономических площадок. В. И. Прянишников поделился своим богатым и весьма оригинальным опытом популяризации астрономических знаний. Доклад В. А. Бронштэна был посвящен организации сети народных обсерваторий. М. М. Шемякин обобщил опыт любительского телескопостроения в нашей стране. Два последних доклада тесно связаны друг с другом. Дело в том, что многие любители астрономии изготовили хорошие телескопы на экваториальных установках. Некоторые из них можно использовать в народных обсерваториях.

За время, прошедшее после II съезда ВАГО (1955 г.), на котором немало говорилось о создании по примеру Чехословакии сети народных обсерваторий, появились новые народные обсерватории в Симферополе, Новосибирске, Москве, Ленинграде,

Мустамэги (близ Таллина), в Сигулде (в 50 км от Риги), в Мончегорске и в других местах. Однако, если даже учесть строящиеся сейчас народные обсерватории, то приходится признать, что их создание еще не приняло у нас массового характера. В связи с этим IV съезд подчеркнул, что организация сети народных обсерваторий — одна из первостепенных задач ВАГО. Успешное расширение массовой работы станет возможным при систематическом и планомерном руководстве секциями местных отделений со стороны массовой секции Центрального совета ВАГО.

Значительное внимание съезд уделил юным любителям астрономии. Год назад при ЦС ВАГО была впервые создана юношеская секция, призванная руководить секциями на местах. В них не только готовится смена старшему поколению. Юные астрономы — активные участники массовых наблюдений, неутомимые пропагандисты астрономических знаний, с увлечением работающие экскурсоводами на астрономических площадках, демонстрирующие вид небесных тел в телескоп и т. д. В дни работы съезда состоялось совещание руководителей и актива юношеских секций отделений ВАГО. На съезде и на совещании обсуждались цели и задачи этих секций, вопросы организации работы и координации их деятельности. Особенно активны юные любители астрономии в Крыму, Новосибирске, Уфе, Ярославле и в ряде других городов. Следует подчеркнуть, что юношеские секции наиболее успешно работают там, где ощутимо влияние местной учебно-методической секции, где удовлетворительно ведется преподавание астрономии в школе и учителя астрономии находят возможность серьезно заинтересовать учащихся своим предметом.

На заключительном пленарном заседании съезда принята развернутая резолюция, внесен ряд поправок и дополнений в Устав ВАГО, избраны почетные члены ВАГО и новый состав Центрального совета в количестве 42 человек и Центральной ревизионной комиссии — 9 человек. Почетными членами ВАГО стали летчик-космонавт Г. С. Титов, научный сотрудник-космонавт К. П. Феоктистов, академик АН УССР Н. П. Барабашов, профессор Р. В. Куницкий, популяризаторы науки кандидат педагогических наук В. А. Шишаков и В. И. Прянишников.

После закрытия съезда состоялся первый пленум нового Центрального совета ВАГО. Пленум открыл А. А. Михайлов. В состав избранного пленумом президиума ЦС ВАГО вошли: Д. Я. Мартынов, В. В. Радзиевский, С. Г. Судаков, Е. К. Харадзе, В. Д. Большаков, В. В. Федынский, В. А. Бронштэн, И. А. Хвостиков, А. А. Изотов, Р. В. Куницкий, М. М. Дагаев, Е. П. Левитан, И. Т. Зоткин, К. А. Порцевский, В. В. Мартыненко, Е. В. Громов.

Президентом ВАГО пленум вновь единодушно избрал профессора Д. Я. Мартынова, вице-президентами избраны С. Г. Судаков, профессор В. В. Радзиевский, академик АН ГрузССР Е. К. Харадзе, кандидат технических наук В. Д. Большаков.

Председателем Центральной ревизионной комиссии избран кандидат физико-математических наук К. Н. Шистовский.

IV съезд ВАГО закончил работу 30 октября 1965 г. Резолюция съезда — программа деятельности ВАГО на ближайшие несколько лет. Успешное выполнение резолюции значительно повысит роль ВАГО в развитии астрономии и геодезии в нашей стране. Съезд явился крупным событием в жизни советской астрономо-геодезической общественности.

Где и когда будет V съезд ВАГО? Вопрос о месте не обсуждался, хотя сибиряки предложили провести следующий съезд у них. Время определяется Уставом ВАГО, предусматривающим созывы съездов один раз в 5 лет. При подготовке V съезда будет учтено, что он совпадет по времени со знаменательной датой — 100-летием со дня рождения В. И. Ленина.

Е. П. ЛЕВИТАН



ПРИЧИНА МЕРЦАНИЯ ЗВЕЗД

Доктор Крейг Хадсон (США) сообщил о результатах изучения условий возникновения мерцания звезд, проведенного с помощью ракетного зондирования атмосферы. Удалось выяснить, что те специфические движения воздуха, которые вызывают мерцания, происходят преимущественно в слое 12—14 км над поверхностью Земли, в районе тропоспаузы (границы между тропосферой — нижней атмосферой, где температура с высотой быстро уменьшается, и стратосферой, в которой температура с увеличением высоты мало меняется). Этот слой ответствен за 80% мерцания звезд, наблюдаемого с поверхности Земли; 10% этого мерцания создается над ним и 10% — под ним.

«Nature», 206, 1965, 247.

ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЕДНИКОВОГО ПЕРИОДА

Определения начала ледникового периода, основанные на изучении возраста окаменелостей, как правило, **неудовлетворительны**. Геологи Кринслей и Ньюмен (США) пытаются найти прямое решение вопроса, предлагая использование электронной микроскопии, с которой можно различить мельчайшие детали поверхности зерен песчинок и восстановить их историю. Рисунок трещин и борозд на них различен в зависимости от того, переносилась ли песчинка ледником или обкатывалась на отлогом берегу. При развитых ледниковых условиях песчинки находятся только в леднике или айсберге и не проходят «береговой» фазы. С помощью электронной микроскопии глубоководных осадков из океанов, окружающих Антарктиду, можно отметить горизонт, соответствующий началу оледенения. Исследование нескольких проб

из южной части Индийского океана показало, что песчинки были вынесены в море айсбергами, отколовшимися непосредственно от ледников.

«New Scientist», 27, 1965, 343.

ПОДВОДНЫЙ СЕЙСМОГРАФ

Учеными Ламонтской геологической обсерватории Колумбийского университета (США) установлен сейсмограф в Тихом океане, на глубине более 3,2 км в 150 км к юго-западу от Пойнт-Арина, Калифорния. Чувствительный прибор смонтирован внутри трех защитных сферических оболочек диаметром 60 см каждая и установлен в треугольной раме, которая соединена кабелем с регистрирующей аппаратурой, находящейся на суше. Первое землетрясение, которое зарегистрировано новым прибором, произошло 29 апреля 1965 г. Сейсмограф может регистрировать также подземные толчки, вызываемые ядерными взрывами.

«Science News Letter», 88, 1965, 54

СОВРЕМЕННЫЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ



Отель Ауланко, в котором проходили заседания симпозиума, расположен в живописной озерной местности к северу от Хельсинки

Более 100 ученых — геологов, геодезистов, геоморфологов, геофизиков из 25 стран Европы, Америки, Азии и Африки приехали в августе 1965 г. в Финляндию. Здесь, в живописном озерном районе к северу от Хельсинки проходил 2-й Международный симпозиум по изучению современных движений земной коры*.

Изучение современных движений земной коры проводится не только в рамках отдельных стран, но и в международном масштабе. Все исследования координируются постоянной международной комиссией по современным движениям земной коры при Международном геодезическом и геофизическом союзе, президентом которой избран советский уче-

ный доктор географических наук Ю. А. Мещеряков.

Нашим ученым принадлежит ведущая роль в разработке важных исследовательских проектов: в 1962 г. на 1-м Международном симпозиуме, проходившем в Лейпциге (ГДР), была принята предложенная советской делегацией обширная программа исследований, включавшая три раздела.

Первый раздел программы предусматривает работы по составлению мировой карты современных движений земной коры и, как подготовительный этап, карт вертикальных движений земной коры Фенноскандии, Восточной Европы, Западной Европы и Северной Америки, т. е. территорий, в настоящее время наиболее хорошо изученных с этой точки зрения.

Второй раздел рекомендует организовать в ряде стран сеть специальных стационаров (геофизических полигонов) для систематического инструментального на-

блюдения за движениями земной коры.

И, наконец, третий раздел программы касается изучения общих деформаций земного шара и, прежде всего, горизонтального перемещения материков. Проблема дрифта континентов вызывает оживленные споры в течение десятилетий, с тех пор как немецкий ученый А. Вегенер выдвинул свою привлекательную, стройную, но остродискуссионную гипотезу. Решить, остается ли взаимное положение материков неизменным или они перемещаются, можно лишь с помощью точнейшего астрономического определения координат пунктов на разных материках, повторяющегося через длительные промежутки времени. Однако методика проведения этих работ пока еще не совершенна.

Обсуждению хода исследований в разных странах и были посвящены заседания симпозиума. Ю. А. Мещеряков во вступитель-

* О научном и практическом значении этой проблемы рассказано в статье Н. С. Благоволина «Ученые следят за пульсом Земли». «Земля и Вселенная», № 5, 1965 г.

ном слове охарактеризовал успехи в разработке проблемы современных движений земной коры. Он рассказал о выполнении международной программы и наметил основные направления работы симпозиума.

Советская делегация представила симпозиуму программу и методические предложения по составлению карты скоростей современных движений в Восточной Европе.

С большим вниманием был заслушан доклад профессора Ю. Д. Буланже (СССР) о ходе работ по созданию сети геофизических полигонов для комплексного изучения современных движений земной коры. В СССР такие наблюдения организованы во многих районах, от Крыма и Прибалтики до Камчатки. Геофизи-

ческие полигоны создаются также в Японии, США, ГДР, Чехословакии.

Много докладов было посвящено исследованию территории Финляндии, а также Швеции и Норвегии, близких по геологическому строению и характеру современных движений земной коры. Финские ученые установили блоковое строение докембрийского фундамента в Финляндии; сообщили новые данные о послеледниковом поднятии территории своей страны, в частности о деформации древних береговых линий Балтийского моря, и современных движениях земной коры. Наибольшие скорости современных поднятий (до 9 мм/год) зафиксированы в северной части Ботнического залива, а юго-восточная часть Финляндии подни-

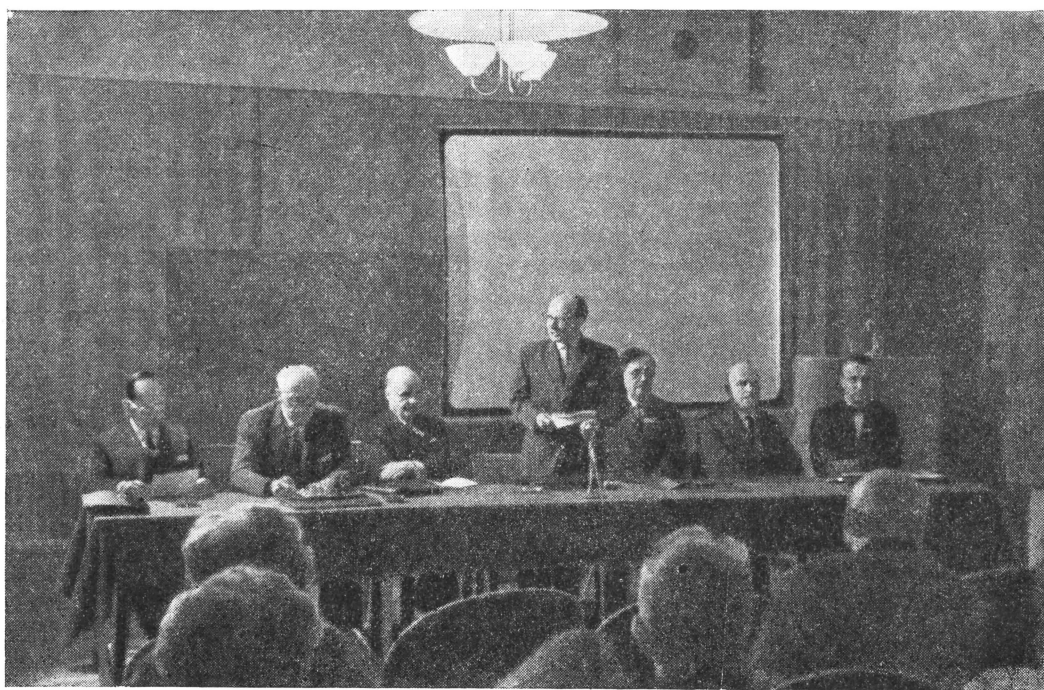
мается медленнее, со скоростью 3—5 мм/год.

Значительный интерес вызвали доклады советских ученых о новейших движениях Кольского полуострова, а также о применении исключительно чувствительных приборов — наклономеров для изучения современных движений земной коры в районе Кировска.

Ученые ГДР и Японии продемонстрировали составленные ими карты современных движений земной коры этих стран; японские ученые, кроме того, составили карту движений земной коры Японии за четвертичный период, т. е. за последние 500 000—800 000 лет.

На симпозиуме сделан ряд интересных сообщений о наблюдениях за уровнем моря. Как из-

Президиум заседания симпозиума. Выступает президент комиссии по современным движениям земной коры Ю. А. Мещеряков



вестно, эвстатическое, т. е. обусловленное изменением количества воды в Мировом океане, повышение уровня моря составляет от 0,5 до 1,2 мм/год. Поскольку эта скорость того же порядка, что и скорость современного поднятия Фенноскандии в районах, прилегающих к Балтийскому морю, очень важно знать, какую роль во взаимном изменении положения суши и моря играют эвстатика (колебания уровня моря) и тектоника (движения земной коры). Над исследованием этой

проблемы работают ученые многих стран.

Большое внимание симпозиум уделил методике изучения современных движений земной коры. Советскими учеными был доложен разработанный в Институте географии Академии наук СССР (Москва) метод количественной оценки современных движений по сумме геолого-геоморфологических признаков (раньше таким путем получали только качественную характеристику). Институт географии пред-

ставил также карту уклонов рек Европейской части СССР, которая позволяет выявить движения земной коры за последние тысячелетия.

Внимание зарубежных ученых привлек также метод изучения недавних деформаций земной коры, разработанный в Институте геологических наук АН УССР (Киев). Этот метод заключается в сопоставлении реальных и математически рассчитанных профилей русел рек.

Большой интерес представляет созданный финским ученым Т. Кукамаяки специальный прибор для непрерывной регистрации движений земной коры.

Японские ученые привели новые данные об изменении уровня океана перед крупными землетрясениями и сообщили о других наблюдениях, которые могут быть использованы для решения сложной проблемы прогноза землетрясений.

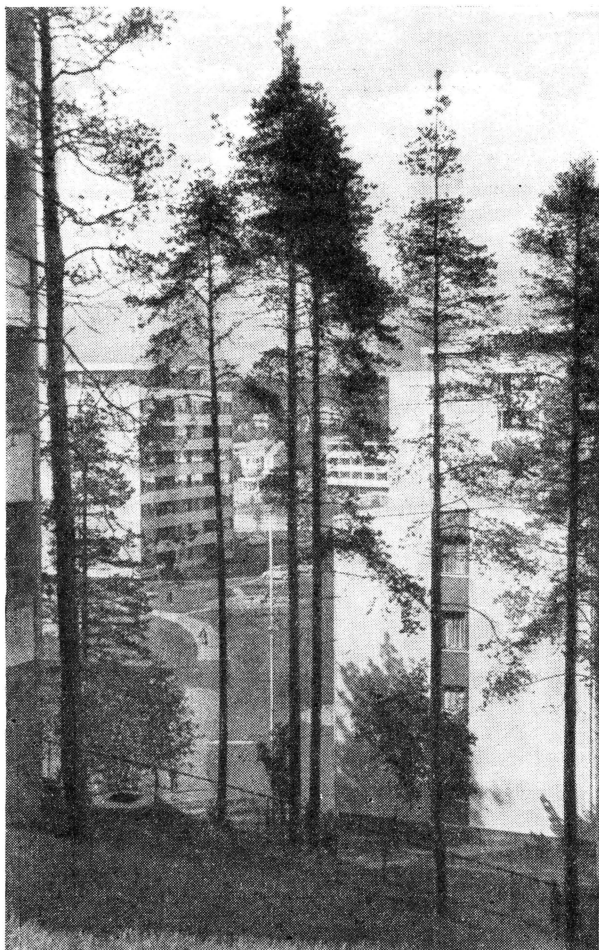
Участники симпозиума приняли резолюцию, которая одобряет деятельность региональных подкомиссий по составлению карт современных движений, рекомендует расширить сеть геофизических полигонов, применять при изучении движений земной коры широкий комплекс геодезических, геофизических и геолого-геоморфологических методов исследования.

По предложению Советского геофизического комитета принято решение провести очередной 3-й Международный симпозиум по современным движениям земной коры в 1968 г. в СССР.

* * *

Симпозиум подвел итоги важному этапу в разработке этой серьезной международной проблемы. Прочитанные на заседаниях доклады и их оживленное обсуждение показали плодотворность и перспективность сотрудничества ученых разных стран, эффектив-

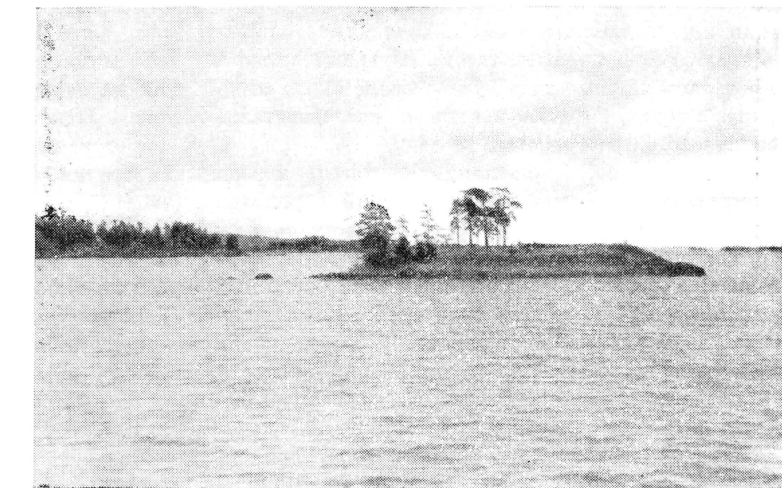
Современный финский город Лахти



ность исследований по согласованной программе, необходимость обмена опытом и полученными материалами.

Успешной работе симпозиума способствовал дух взаимопонимания и искреннего интереса к рассматриваемым проблемам. Его участники по достоинству высоко оценили огромную работу по подготовке симпозиума, проведенную финским организационным комитетом во главе с профессором Т. Куккамьяки. Комитет сделал все, чтобы многочисленные гости могли побольше узнать о Финляндии, ее природе, истории и, разумеется, о финском народе. Каждый вечер после заседаний устраивались дополнительные лекции, показывались фильмы; нас познакомили с яркой и оригинальной финской народной музыкой.

Для участников симпозиума была организована экскурсия в районы, где наиболее ярко проявились молодые деформации земной коры. Прекрасные разрезы ледниковых отложений, типичные, «эталонные» формы ледникового рельефа, четко выраженные древние береговые линии Балтийского моря, а также подробные пояснения финских



Финляндия занимает одно из первых мест в мире по обилию озер. Среди озер разбросаны небольшие, покрытые лесом острова

ученых, оживленное обсуждение увиденного — все это сделало экскурсию очень интересной и содержательной.

Финляндия — страна синих озер, лесистых холмов, небольших уютных городов, ярких, типично финских домиков среди лугов и лесов. На каждом шагу видны плоды большого труда, который требуется для освоения

этой северной каменистой земли. За немногие дни пребывания в Финляндии мы прониклись искренним уважением к трудолюбивому, талантливому и гостеприимному финскому народу и сохраним о нем самые теплые воспоминания.

Н. С. БЛАГОВОЛИН,
кандидат географ. наук



ПРОБЛЕМЫ ПЛАНЕТНОЙ КОСМОГОНИИ

Как образовались планеты солнечной системы и их спутники, как и когда они приобрели современный вид?

Эти вопросы волнуют умы человечества с давних времен. Для решения их приходится постоянно углублять знания об окружающем нас мире, изучать новые формы движения материи, новые ее состояния, исследовать различные процессы, связанные с переходом материи из одного состояния в другое.

Чтобы объединить научные силы и сосредоточить внимание ученых различных областей знаний на решении космогонических проблем, при Астрономическом совете Академии наук СССР в 1951 г. была образована комиссия по космогонии. В ее состав входит рабочая группа, занимающаяся специально планетной космогонией. Руководит группой академик В. Г. Фесенков.

Рабочая группа организовала совещание по планетной космогонии и физике планет, которое

состоялось 20—22 июля 1965 г. в Москве. В обсуждении новых наблюдательных, экспериментальных и теоретических результатов изучения планет (в основном земного типа) участвовало около семидесяти астрономов, геофизиков и исследователей космического пространства.

Как известно, планетная космогония, исходя из определенных начальных положений, стремится вывести все наблюдаемые закономерности солнечной системы. Но откуда можно узнать первоначальное состояние нашей планетной системы? О прошлом ее мы можем судить только на основании изучения закономерностей, которыми она обладает теперь. Вот поэтому достижения в области исследования солнечной системы способствуют решению проблем планетной космогонии.

Изучение современных свойств солнечной системы неоспоримо свидетельствует о происхождении планет из околосолнечного газово-пылевого облака. Однако существующие гипотезы о его происхождении пока что нельзя признать удовлетворительными.

Обзор современных представлений о природе и эволюции допланетного облака был сделан В. С. Сафроновым. Анализ многочисленных данных показывает, что начальная масса околосолнечного облака вероятнее всего составляла 0,1 массы Солнца. На первом этапе развития облака происходило разделение газовой и пылевой составляющих при отсутствии макроскопической турбулентности. На втором этапе начинается рост пылевых сгущений и околосолнечное облако превращается в рой твердых тел. Сложный процесс объединения, дробления и повторного объединения при столкновениях тел завершился образованием планет. В сообщении отмечались многочисленные особенности этого процесса в зонах различных планет.

Докладчик подробно рассмотрел также основные черты развития планет земного типа. Формирование Земли в основном завершилось за 100 млн. лет. На заключительной стадии ее роста большое значение получило выпадение крупных тел, попережниками в десятки и даже сотни километров, что вызывало появление значительных неоднородностей температуры, плотности, химического состава в первичной верхней мантии.

Три доклада (Н. Б. Дивари, В. В. Радзиевского и Б. А. Тверского) посвящены изучению околосолнечного пылевого облака. Обсуждались многочисленные данные ракетных исследований пылевого облака и результаты наблюдений зодиакального и сумеречного света. Были рассмотрены возможные механизмы возникновения пылевого облака: эффект гравитационной фокусировки, ра-

диационный захват, а также влияние радиационного пояса Земли, магнитного поля солнечного ветра и магнитного поля Земли, возможная роль Луны как источника пополнения облака метеорных потоков. Отмечалось, что до сих пор не выяснена структура этого облака и нет общепризнанной точки зрения на его происхождение.

Важный теоретический результат получил профессор В. В. Радзиевский, сделавший вывод о возможности существования околосолнечного пылевого облака. Любопытно, что масса его оценивается в $\frac{1}{80}$ от массы околосолнечного облака. (Масса околосолнечного облака по оценке В. В. Радзиевского $1,2 \cdot 10^{13}$ г.)

Большой интерес вызвал доклад академика В. Г. Фесенкова «Методы и результаты изучения межпланетного пространства». Он изложил фотометрические и поляризационные методы исследования зодиакального света и околосолнечного пылевого облака. Докладчик установил, что зодиакальное облако пополняется в основном продуктами распада периодических комет: из состава комет, окружающих Солнце, каждую тысячу лет теряется приблизительно одна — десять комет. В. Г. Фесенков подчеркнул, что для дальнейшего изучения межпланетного пространства желательно проведение внеатмосферных наблюдений зодиакального света и специальных одновременных наблюдений его в противоположных полушариях Земли.

В ряде докладов (В. И. Мороза, И. Я. Баранова, Н. М. Страхова, С. В. Козловской, Б. Ю. Левина, О. И. Орнатской и Я. И. Альбера, Е. А. Любимовой) сообщались результаты оптических, инфракрасных, радиоастрономических, радиолокационных и космических наблюдений ближайших к Земле планет. Обсуждался вопрос о распределении вечной мерзлоты по земному шару и о возможности обнаружения воды на Марсе в виде подпочвенной мерзлоты, вопрос об образовании на поверхности Марса широко распространенного на Земле минерала лимонита. Были доложены расчеты моделей внутреннего строения Земли, Венеры и Марса.

Заслуживает внимания заключение С. В. Козловской о том, что вещество Марса и Венеры должно содержать на несколько процентов больше железа, чем вещество Земли. Б. Ю. Левин, рассматривая различные тепловые истории Земли, Марса и Луны, показал, что за одно и то же время жизни (4,5—5 млрд. лет) недра Луны, а возможно и Марса, прошли через полное расплавление, сменившееся сейчас остыванием верхних слоев, тогда как в Земле расплавиться должны были лишь некоторые слои верхней мантии и наружные части ядра, если оно состоит из металлизированных силикатов, а не из железа.



ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС СОСТОИТСЯ В МОСКВЕ

В 1959 г. океанологи всего мира впервые собрались на Международный океанографический конгресс, который проходил в Нью-Йорке, в здании Организации Объединенных Наций. На конгрессе были рассмотрены первые результаты обработки данных МГГ.

С тех пор океанологи продолжали большую работу. Заключается Международная Индо-океанская экспедиция, выполнены планы экспедиции Эквалант, во время которой проведены три международных съемки экваториальной Атлантики, начата международная экспедиция по изучению Курисио — Гольфстрима Тихого океана. Новейшая техника принесла сведения о строении земной коры под океанами. В лабораториях проведена тщательная обработка материалов экспедиций МГГ. В океанологии нашли широкое применение электронно-вычислительные машины.

Настало время широкого обсуждения полученных результа-

тов. В 1964 г. Межправительственная океанографическая комиссия пришла к единодушному мнению о необходимости проведения второй Международной океанографической конференции. На этот раз океанологи соберутся в Москве. Конгресс будет проходить с 30 мая по 9 июня 1966 г. в здании Московского Государственного университета.

Развернулась активная подготовка к конгрессу. Создан Организационный комитет под председательством академика А. П. Виноградова. Уточняются темы докладов, готовятся к печати их тезисы. Всего на конгрессе будет прочитано более 500 докладов.

В залах МГУ развернется выставка океанографической литературы, карт, приборов и оборудования. Готовятся новые фильмы об исследованиях морей и океанов.

Около двух тысяч ученых примут участие в конгрессе, который проводится под девизом «Изучение океана на благо человечества».

МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ УРАГАНОВ

Летом 1965 г. метеорологическая служба США проводила эксперимент для выяснения механизма возникновения и развития ураганов.

Опыты с «засеванием» облаков иодистым серебром, поставленные в 1963 г., показали, что тропические облака в этом случае «взрываются», причем это резкое расширение бывает направлено сперва вверх, а затем — в стороны. Специалисты полагают, что горизонтальное расширение более существенно для попыток активного воздействия на погоду. Горизонтальное «взрывное» движение при «засевании» облаков над Карибским морем в 1963 г. освободило энергию, по величине равную энергии одной-двух атомных бомб эпохи Хиросимы (20 000 т тринитротолуола эквивалента).

В 1964 г. эксперименты были прерваны. Возобновленные в 1965 г. опыты проводились с 28 июля по 1 октября в западной части Атлантического океана над активными ураганами и в восточной части Карибского моря над тропическими кучевыми облаками.

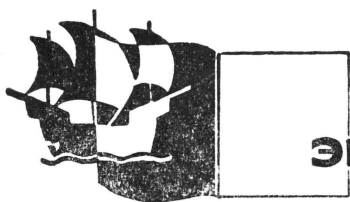
«Science News Letter», 88, 1965, 40.

Несколько докладов были специально посвящены лунной тематике. Б. Ю. Левин рассказал об исследованиях поверхности Луны космическими аппаратами «Рейнджер-7, -8, -9». В. Н. Жарков рассмотрел вопросы внутреннего строения и физики недр Луны на основе новейших геофизических данных и данных, полученных в лабораториях высоких давлений. Вековым изменениям лунной орбиты вследствие приливного трения был посвящен доклад Е. Л. Рускол*.

* В №№ 5 и 6 журнала «Земля и Вселенная» опубликованы материалы, позволяющие читателям более подробно познакомиться с этими вопросами.

Невозможно в короткой заметке хотя бы упомянуть обо всех семнадцати докладах, заслушанных на совещании. Видимо, многие наши читатели в дальнейшем сумеют познакомиться со сборником трудов совещания. Впереди новые встречи ученых. Академик В. Г. Фесенков назвал некоторые темы предстоящих обсуждений: проблема происхождения особенностей строения спутниковых систем планет и самих планет; проблема эволюции Марса, его поверхности и атмосферы; дальнейшее выяснение вопросов происхождения зодиакального облака и околоземного пылевого сгущения.

А. В. АРТЕМЬЕВ,
кандидат физико-математических наук



ЭКСПЕДИЦИИ

ПОД КИЛЕМ «ВИТЯЗЯ» — ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН

Е. Д. ЗАБЛИНСКАЯ,

кандидат геолого-минералогических наук

Г. Б. УДИНЦЕВ,

кандидат географических наук

В последние годы геологи и геофизики стремятся получить как можно больше сведений о верхней мантии Земли, ее структуре, вещественном составе, протекающих в ней процессах и о влиянии на их развитие земной

коры. Для выяснения планетарных особенностей структуры Земли, 70% поверхности которой покрыто океанами, необходимо детальное исследование океанических областей.

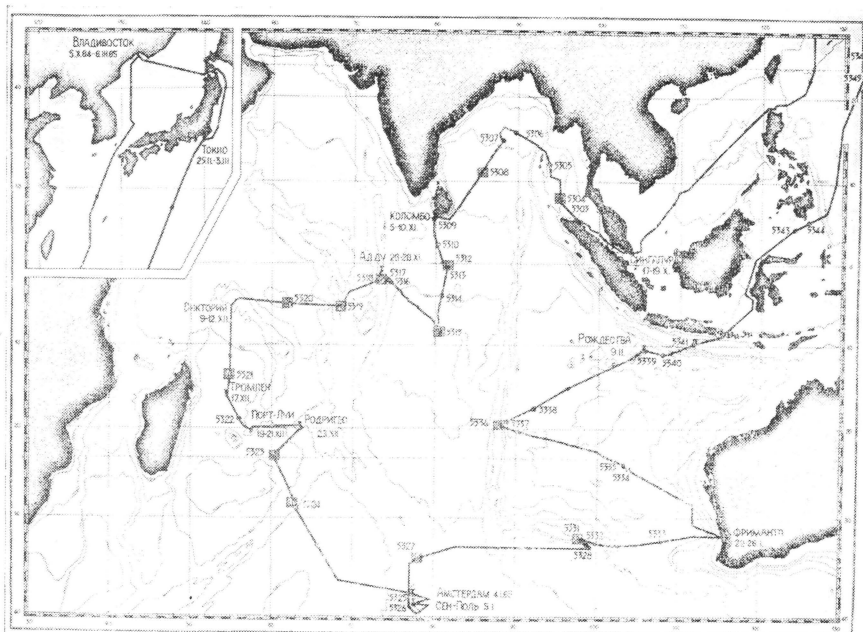
Строение дна и окружающих

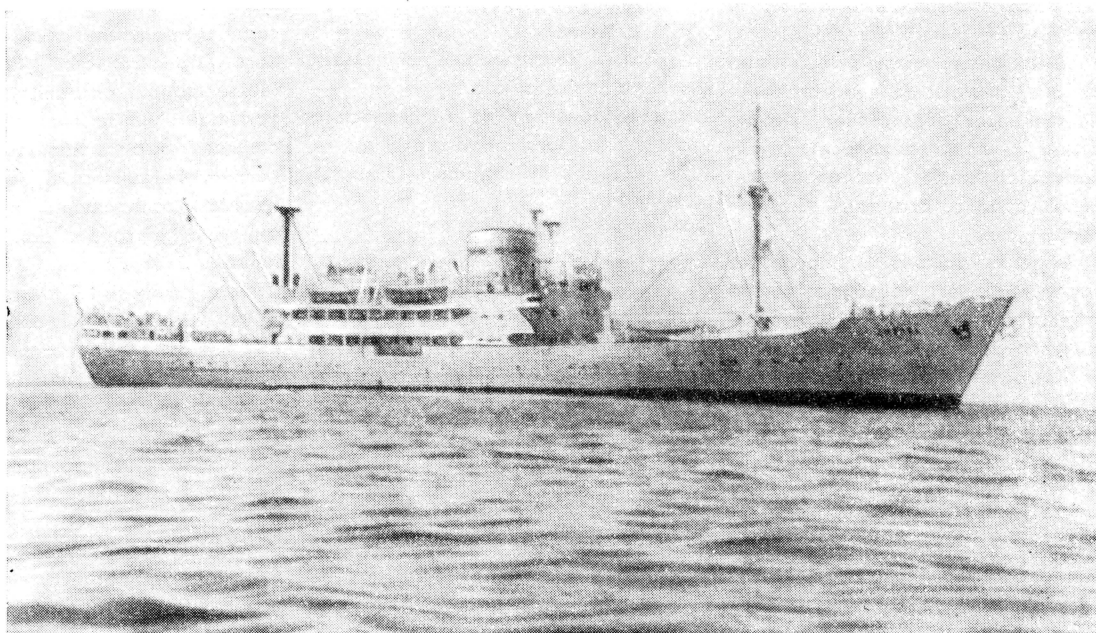
материков Индийского океана представляет большой интерес, так как именно здесь можно подойти к решению проблемы развития коры океанического типа и распада древней материковой платформы.

Поэтому в программу 36-го рейса научно-исследовательского судна «Витязь» Института океанологии Академии наук СССР и были включены исследования по Проекту верхней мантии Земли, определившие характер маршрута, состав участников и методику работ.

Для проведения комплексных геолого-геофизических исследований важнейших тектонических зон Индийского океана была выбрана методика полигонных исследований, т. е. изучение некоторых ограниченных площадей в районах, наиболее характерных для каждой из тектонических зон. Определение места корабля при этом проводилось методом радиолокационных и визуальных наблюдений одного или двух заякоренных буев, что открыло широкие возможности для детальных исследований, недоступных при обычных определениях. Раз-

Схема маршрута 36-го рейса «Витязя»





меры полигона при таком определении места могут достигать 20×20 и 20×40 миль.

Кроме полигонных исследований предусматривались попутные наблюдения по маршруту и работа на суше во время заходов и высадок, которые выбирались с учетом тектоники Индийского океана и частично были приурочены к портам, где корабль мог пополнить запасы топлива, пресной воды и продовольствия.

36-й рейс «Витязя» был четвертым и последним по программе Международной Индоокеанской экспедиции. Корабль вышел из Владивостока 5 октября 1964 г. На борту — 64 научных сотрудника и 65 членов экипажа, в течение всего рейса работавшие в тесном контакте.

Пройдя Японское, Восточно-Китайское моря, северо-западную часть Филиппинской котловины Тихого океана и Южно-Китайское море, «Витязь» бросил якорь в Сингапуре. Здесь состоялись интересные встречи с уче-

Научно-исследовательское судно Академии наук СССР «Витязь» в водах Индийского океана

ными университета и была собрана богатая коллекция растений.

После двухдневной стоянки «Витязь» вышел Малаккским проливом в Андаманское море. Первый полигон — центральная часть глубокой синклинальной котловины. «Витязь» пересек крупный подводный хребет, имеющий, судя по его морфологии, складчатоглыбовую структуру. Это центральное поднятие геосинклинали Андаманского моря. К западу от него лежит вулканическая гряда островов Баррен и Наркомдан, а под водой — ряд подводных вулканов, представляющих собой внутренний хребет двойной Андаманской островной дуги. Структура внешнего складчатого хребта, осложненная разломами, выявилась по резким аномалиям магнитного поля.

На пути в центральную часть Бенгальского залива «Витязь» пе-

ресек северное продолжение Яванского глубоководного желоба. Сейсмические исследования показали, что под аккумулятивной равниной лежит довольно глубокий (около 1 000 м) геосинклинальный прогиб, как бы связывающий Яванский желоб с предгималайским прогибом Азиатского материка.

В центральной части Бенгальского залива (второй полигон) дно океана образует плоскую аккумулятивную равнину, прорезаемую руслами суспензионных потоков. У этих русел чрезвычайно характерная морфология, а донные осадки имеют своеобразное, свойственное только им, строение. Общая мощность рыхлых осадков, в значительной мере выносимых суспензионными потоками, достигает 3 км.

После этих работ «Витязь» посетил Цейлон. Стоянка в порту

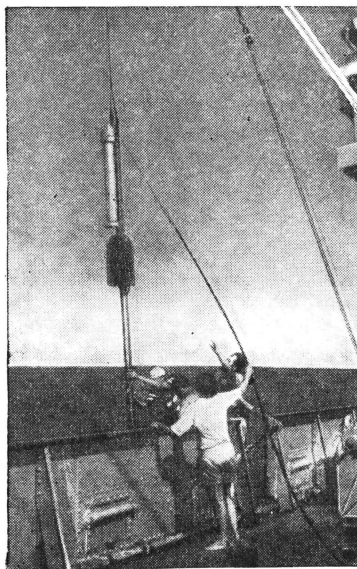
Коломбо продолжалась с 5 по 10 ноября. Участники экспедиции совершали геологические и ботанические экскурсии, осматривали научно-исследовательские учреждения Цейлона: университет, рыбохозяйственную исследовательскую станцию, огромный ботанический сад.

В день «открытых дверей» на борту «Витязя» побывало много студентов — геологов, ботаников, географов. Они живо интересовались работами экспедиции, слушали рассказы наших сотрудников, знакомились с аппаратурой и с методами исследований.

Из Коломбо «Витязь» двинулся на юг. Попутно на нескольких станциях проводился сбор длинных колонок донных осадков. Вблизи экватора были организованы работы на третьем полигоне, а в районе восьмой параллели южной широты — исследования на четвертом полигоне, оказавшемся в центре платформы океанического ложа. Здесь осадочный покров формируется уже за пределами воздействия суспензионных потоков и медленными темпами, не погребая сложный первичный рельеф. Происхождение этого рельефа во многом еще не ясно, хотя можно предполагать, что оно связано с вулканизмом и тектоническими движениями. Процесс осадконакопления тесно связан с характером рельефа, который сильно влияет на динамику придонных вод, несмотря на относительно небольшие колебания глубин и значительную абсолютную глубину места (около 5 000 м). Темпы осадконакопления на вершинах холмов и на равнине различаются в десятки раз. Наряду с современными осадками на поверхность дна выходят осадки третичного времени, мощность которых не превышает 100—150 м. Осадки подстилаются характерным для океанических платформ так называемым вторым слоем. Под ним

залегают уже основной, базальтовый слой коры.

Затем «Витязь» направился на северо-запад, к атоллу Адду — самому южному из Мальдивских островов. По пути к нему (25—26 ноября) проводились работы



Спуск геотермического зонда

на пятом полигоне, на гребне подводного Мальдивского хребта. Было установлено, что под ним в составе коры нет гранитного слоя, характерного для материковых платформ и складчатых сооружений островных дуг. Это противоречит гипотезе о материковом происхождении Мальдивского хребта, высказывавшейся ранее многими геологами, но ставившейся под сомнение уже в связи с результатами гравиметрических исследований.

27 ноября «Витязь» вошел в живописную лагуну атолла Адду, состоящего из мелких островов, расположенных на коралловом рифе. Мальдивы населяют синга-

лезцы и выходцы из Аравии. Беседы с представителем центрального правительства Республики Мальдивских островов помогли установить контакт с местным населением и организовать геологические, ботанические и биологические исследования на берегу одного из островов атолла — Виллингги. Этот остров имеет всего 2 км в длину и 1,5 км в ширину. В поселке из 14 домов живут рыбаки. Их семьи разводят домашнюю птицу, культивируют кокосовую пальму, которая дает небольшие, вытянутые в длину плоды с приятным прохладным «молоком» и жирной ароматной копрой.

Встретили нас местные жители очень приветливо. Молодежь особенно заинтересовалась сбором растений.

28 ноября «Витязь» покинул гостеприимный атолл и направился в район Аравийско-Индийского подводного хребта — северо-западной ветви системы срединно-океанических хребтов Индийского океана.

Предшествующие экспедиции на «Витязе» и на судах других стран показали, что в осевой зоне этого хребта тянется цепь глубоких тектонических трещин, условно названных рифтовыми долинами. «Витязь», подойдя к глубокому рифтовому разлому, провел работы точно над дном тектонического ущелья, относительная глубина которого достигает 3000 м, а абсолютная — 5000 м. Оказалось, что стенки ущелья лишены покрова рыхлых осадков и сложены в верхней части породами основного (базальты, габбро), а в нижней — породами ультраосновного (серпентиниты, перидотиты, хромшпинделиды) состава.

Дно ущелья покрывают сильно литифицированные карбонатные илы и обломки магматических пород, обрушивающиеся, видимо, со стенок ущелья. Глубинное сейсмическое зондирование

показало, что дно ущелья слагается породами «второго» слоя, мощностью около 2,5 км, подстилаемыми слоем пород со скоростью распространения сейсмических волн 7,0 км/сек. Несмотря на известную проблематичность объяснения подобных скоростей можно допустить, что они соответствуют породам ультраосновного состава, т. е. предполагаемым породам верхней мантии. Скорости эти ниже обычных для раздела Мохоровичича, наблюдаемых под океанскими плитами (8,1—8,3 км/сек).

Возможно, что дело здесь в уменьшении плотности пород (разогревание, пониженное давление,) что хорошо увязывается с представлением о конвекционных течениях вещества верхней мантии. Можно искать причину и в сплавлении пород мантии с породами базальтового слоя, но это менее вероятно.

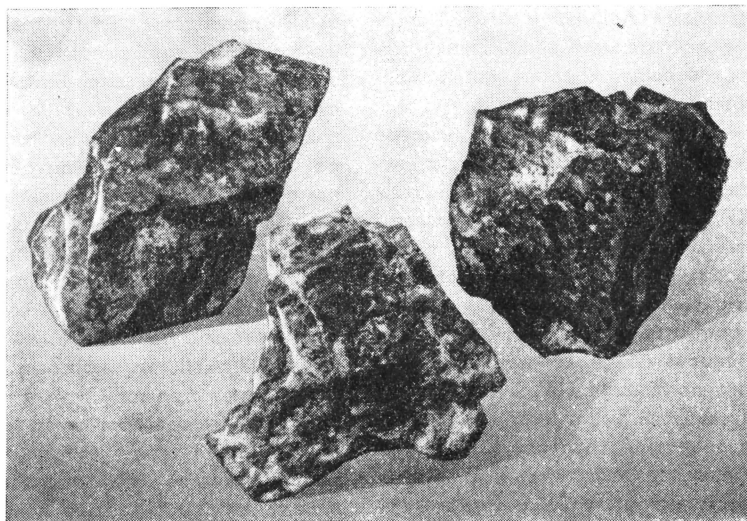
Весьма сходные данные получены на полигоне в рифтовом ущелье Западно-Индийского хребта — юго-западной ветви системы срединно-океанических хребтов Индийского океана. Там на стенках ущелья также были найдены обнажения пород ультраосновного состава, а в структуре коры не оказалось типичного базальтового слоя. Дно ущелья сложено породами «второго» слоя, а их подстилают породы со скоростями распространения сейсмических волн 7,3 км/сек. В этом участке рифтовой зоны наблюдались повышенные значения теплового потока из недр Земли ($3,0 \text{ мкал/см}^2 \cdot \text{сек}$) и аномально низкие значения напряженности магнитного поля.

Сопоставляя все эти данные, можно предположить, что в исследованных районах рифтовой зоны срединно-океанического хребта происходит поднятие к поверхности Земли глубинных пород верхней мантии. Это может

произойти благодаря разрыву земной коры и обнажению породы верхней мантии на стенках рифтового ущелья. Судя по имеющимся образцам, породы эти несколько изменены серпентинизацией и динамометаморфизмом, но часть из них сохраняет следы первоначального минералогического состава. Известно, что выходы ультраосновных пород от-

ки) и примерно соответствует возрасту Земли. Хотя точность этих измерений, в силу известных недостатков методики, вызывает некоторые сомнения, данные С. Р. Харта представляют большой интерес.

От Аравийско-Индийского хребта «Витязь» пошел на запад в Сомалийскую котловину океана. Там были выполнены исследо-



Ультраосновные породы из рифтового ущелья Аравийско-Индийского хребта

мечаются на некоторых островах в районе рифтовой зоны. Такова Скала Св. Петра и Павла в Атлантическом океане на Срединно-Атлантическом хребте и остров Сент-Джон в рифтовой зоне Красного моря. Для перидотитов, взятых со Скалы Св. Петра и Павла американским геохимиком С. Р. Хартом, был недавно определен абсолютный возраст 4,5 млрд. лет, что значительно древнее возраста древнейших пород земной коры (3,5 млрд. лет для гранитов Миннесоты и 3,2 млрд. лет для гранитов Южной Афри-

вания на седьмом полигоне (7—8 декабря), показавшие обычную океаническую структуру земной коры как на дне котловины, так и на подводном плато.

9 декабря «Витязь» вышел на обширное подводное плато — Сейшельскую банку — вершинную поверхность северной части крупного подводного Маскаренского хребта. Банка, как показали в последние годы исследования английской и американской экспедиций, подстилается корой материкового типа. Это вполне согласуется с тем, что сами Сей-

шельские острова сложены древними гранитами, возраст которых 650 млн. лет. Таким образом, Сейшельские острова вместе с северной частью Маскаренского хребта — редкий пример фрагмента материковой коры среди океанических плит. Они сходны в этом отношении с Мадагаскаром.

Группа Сейшельских островов, так же как и остров Мадагаскар, находится в пределах Маскаренской флористической области палеотропиков и взаимосвязана с флорами Африки и Азии. Поэтому посещение Сейшельских островов было чрезвычайно заманчиво.

По данным Диллса и Беккера (флористические сводки этих исследователей второй половины XIX века до сих пор не имеют равных), современная флора островов Маскаренской области (включая и остров Мадагаскар) состоит из эндемиков (29%), «маскаренцев» (22%), азиатов (8%), африкано-азиатов (14%) и из представителей известных во флорах палео- и неотропиков (21%). Учитывая современную изолированность островов Сейшельского архипелага, можно предположить, что подобный смешанный состав флоры указывает на древнейшие материковые связи Африки и Индо-Азии. Весьма вероятно, что эти острова — фрагменты древнего материка Гондваны, объединявшего в палеозое и мезозое материковые платформы Африки, Индостана, Австралии и Антарктиды. На островах отмечены реликты фауны, населявшей некогда древний материк, — слоновая черепаха и бескрылая птица додо. Наиболее крупные острова из Сейшельской группы — Маэ и Праслен. Праслен горист и порос густым лесом. Это единственное местообитание знаменитого вида кокосовой пальмы, приносящей двойные «сейшельские» орехи. Остров Маэ, или, как произносят местные жители, «Махэ», вытянут

почти меридионально. У него ярко выражен горный рельеф. Берега сильно изрезаны, склоны гор покрыты густым лесом из джунглей и искусственных посадок.

Сейшелы обладают прекрасным климатом. Температуры и распределение осадков относительно ровные и нет удушающей жары, преследующей население остальных британских владений в тропиках. «Витязь» пробыл здесь около трех дней. У острова Маэ были проведены гравиметрические наблюдения, выполнены обширные геологические, ботанические и гидробиологические сборы. Работая на огромном карьере Сан Суси, мы собрали образцы пород и описали полный разрез, включая невыветрившиеся серые граниты, кору выветривания, латеритоподобные почвы.

На Сейшелах состоялась встреча с местными, а также с американскими учеными, которые находились на стоявшем в этом порту исследовательском судне «Антон Бруун». Американские ученые работали тоже по программе Международной индоокеанской экспедиции, но их главной задачей были биологические исследования.

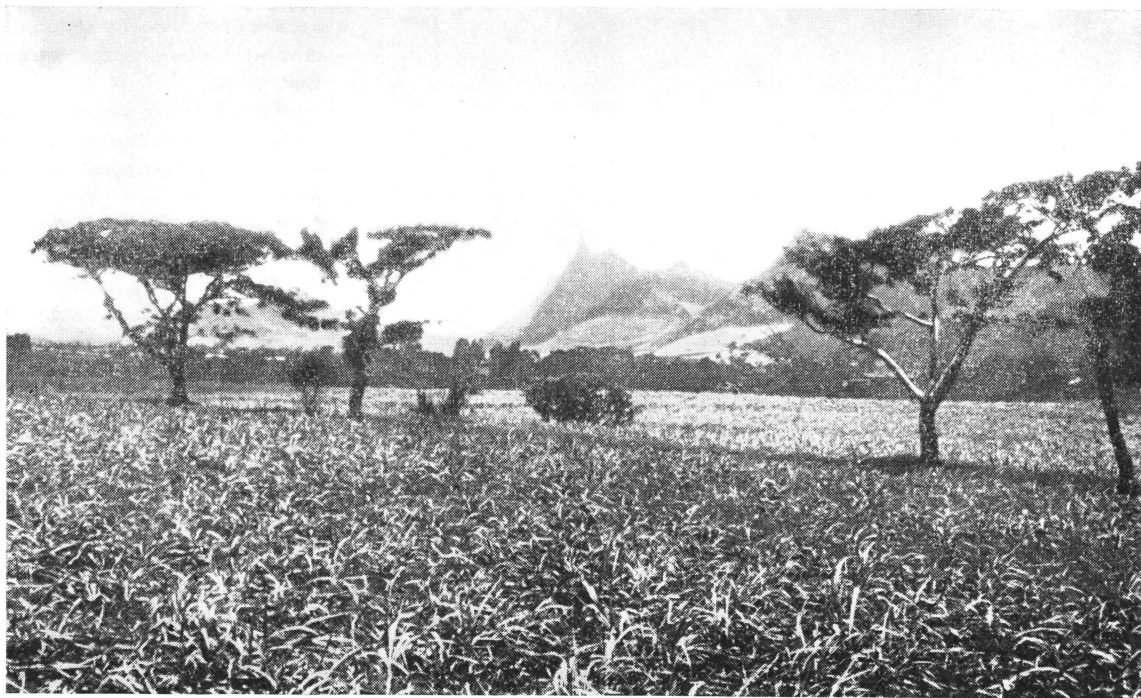
17 декабря «Витязь» подошел к острову Тромлен, на котором высадились группа участников экспедиции для геологических и ботанических сборов. Этот остров — поднятый коралловый риф, венчающий вершину подводного вулкана. За последние 100 лет он испытал поднятие примерно на 2 м. Имелись непроверенные данные о том, что из-под коралловой постройки обнажились вулканические породы — базальты. Они-то и были целью нашей высадки. Изучение химического состава изверженных пород позволяет судить о составе верхней мантии, из которой выплавлены эти породы, а также о процессах, ведущих к образова-

нию магматического очага. Поэтому каждая проба изверженных пород с океанических островов очень ценна.

Поверхность острова полого опускается с севера на юг, общая высота его над уровнем океана не более 4 м. Однако края острова образованы крутыми склонами поднятого кораллового рифа и только в одном месте берег полого опускается в виде пляжа к океану. С северной стороны, где высоко выступает барьерный риф, буруны особенно мощны, и волны, разбиваясь о берег, поднимают в воздух гигантские столбы водяной пыли. Остров почти голый, покрытый коралловым песком. В прибрежной части пески образуют дюны. К низкому берегу приплывают для кладки яиц морские черепахи. Дюнные пески изрыты ими до такой степени, что кажется будто остров только что подвергли бомбардировке и пропахали гусеницами танков. Если разрыть дно одной из воронок, можно найти сотни черепаших яиц, излюбленную пищу здешних жителей.

Через южную часть Маскаренской котловины «Витязь» подошел к острову Маврикий. С 19 по 21 декабря судно стояло в Порт-Луи, где велись опорные геофизические наблюдения, сборы геологических образцов и гербария. Остров Маврикий — вулканического происхождения и испытывает поднятие. Он во многом напоминает другие типичные вулканические острова, хотя сейчас на нем не проявляется вулканическая деятельность. Горы Маврикия сложены в основном базальтами, выходы которых можно наблюдать в большинстве обнажений. Возраст базальтов до сих пор не определен, и нам предстояло собрать пробы для детальных исследований.

Геологические и флористические исследования были продол-



Плантации сахарного тростника на острове Маврикий

жены на острове Родригес. Он также вулканического происхождения, располагается на склоне Срединно-океанического хребта и испытывает значительные поднятия в связи с развитием хребта. «Витязь» подошел к острову 23 декабря, и весь день геологи, биологи и ботаники экспедиции работали на берегу.

Центральная часть острова как бы перегорожена в широтном направлении хребтом, образованным рядом холмов. Самая высокая вершина острова — гора Лимон. Гористая часть, сложенная вулканическими породами, в юго-западном направлении постепенно опускается и переходит в выравненное плато, образованное коралловыми известняками. Вся поверхность острова сильно эродирована и изрезана глубокими каньонообразными долинами, в вершинах которых, круто обрываясь, обнажаются базальты. В ни-

зовьях каньонов вскрываются мощные толщи древних и молодых коралловых известняков.

На южной оконечности острова, где известняки обнажаются на высоте более чем 150 м, имеются поднятые пляжи, высота которых достигает 20 м. На западной и юго-западной части острова — карстовые пещеры со сталактитами и сталагмитами.

Климатические условия и географическое положение острова должны были бы способствовать развитию на нем пышной растительности. Однако здесь в еще большей степени, чем на Маврикий, колонизаторы уничтожили леса. Лишь небольшие участки лесных массивов остались нетронутыми в наиболее недоступных горных частях. Эрозия и ветры продолжили дело, начатое человеком. Пористые изверженные породы, сильно развитый карст в области распространения извест-

няков, отсутствие закрепляющей грунт корневой системы, сильные ветры — все теперь способствовало тому, чтобы большая часть территории постепенно обратилась в каменистую пустыню. В последнее время правительство серьезно занялось насаждением лесов.

Следующий, девятый, полигон, организованный в Мадагаскарской котловине, но не на ложе ее, а в нижней части склона Западно-Индийского хребта, был исследован 24—25 декабря. Здесь, так же как и на шестом и десятом полигонах, было отмечено поднятие вверх глубинных границ раздела, а на дне обнаружены обломки ультраосновных пород.

Вскоре «Витязь» вышел в котловину Крозе. Плохая погода помешала провести исследования на полигоне и мы подошли к островам Амстердам и Сен-Поль, лежащим на вулканических гребнях



в рифтовой зоне Центрально-Индийского хребта.

Остров Амстердам (размером $9 \times 7,5$ км и высотой около 840 м) — это вулканический конус с несколькими маленькими вторичными конусами. Геология острова изучена плохо. Известно, что он сложен в основном лавами и туфогенными породами.

Силуэт острова появился на горизонте туманным утром. Мы приближались к «ревушим сороковым». Пейзаж океана сильно изменился. Хмурое небо и серые воды. Сильная зыбь. Вершина острова — в туманной дымке. Высадка, как этого и следовало ожидать, была сложной. Небольшой выступ скалистого берега образует подобие пирса. На естественном «причале» — толпа французских метеорологов, одетых в теплые куртки. Прибой с силой бьет о скалы. Вокруг обрывистых берегов — хаос из обломков глыб вулканических пород и зарослей водорослей, которые забрасываются волнами на берег. «Витязь» пришел как раз в день смены состава «зимовщиков», и нас принимали старый и новый начальники станций.

Знакомимся с картой острова. В центре высится главный кратер. По дороге к нему — открытый

Высадка на острове Амстердам

Пингвины острова Сен-Поль

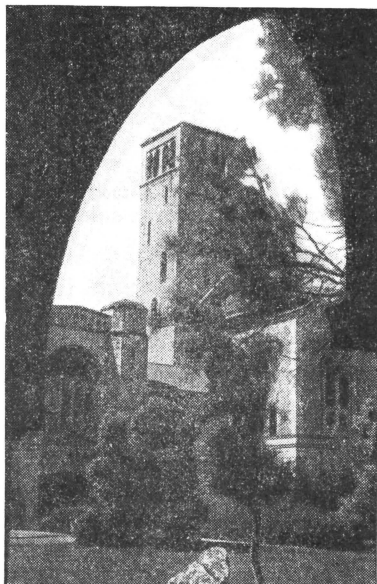
карьер туфогенных пород, идущих на строительство метеостанции.

Изучая вулканические породы острова, мы отобрали в карьере шtuфы поразительной по красоте лавы.

К югу от острова Амстердам лежит еще один остров-вулкан — Сен-Поль, расположенный также на Срединно-океаническом хребте. У него прекрасно выражена кальдера — верхняя часть жерла вулкана. Размер острова — $5,5 \times 2,8$ км. Высота не превышает 300 м. Склоны кратера опускаются к воде в виде опрокинутого конуса, покрытого густой зеленью.

На различных высотах склона нас встречали аккуратно выстроившиеся в шеренги золотоголовые пингвины. Многие сотни этих трогательных существ образуют





**Университет Западной Австралии
в городе Перт**

поселения. Когда мы обследовали склоны, изучали обнажения, собирали гербарий и образцы горных пород, пингвины любезно уступали нам свои тропы, спокойно наблюдали за нами, что-то обсуждали, сильно жестикулируя крыльями.

После работы на Сен-Поле «Витязь» продолжал исследования рифтовой зоны Центрально-Индийского хребта и 7—10 января 1965 г. провел исследования на одиннадцатом полигоне, вблизи 34-й параллели южной широты.

Из этого района «Витязь» пошел на восток. Очередные исследования были проведены на Западно-Австралийском хребте — крупном глыбовом поднятии, круто обрывающемся на юге и полого спускающемся к северу. У подножья крутого южного склона лежит узкий глубокий грабен — желоб Оби, названный по имени открывшего его судна советской антарктической экспедиции.

По структуре коры Западно-

Австралийский хребет близок к типичным океаническим поднятиям. Однако обнаруженные на стенке крутого южного склона хребта породы материкового типа, сходные с породами древних платформ материков Австралии и Антарктиды, позволяют предположить, что это остатки древнего материка.

22 января «Витязь» вошел в порт Фримантл — морские ворота Западной Австралии и простоял там до 26 января. Участники экспедиции познакомились с геологами и ботаниками из Пертского университета, со специалистами геологической службы и обсерватории в Мандаринге. Наши гравиметристы провели опорные измерения в точке, где выполнял измерения один из пионеров морской гравиметрии Вейнинг-Мейнес. При содействии Общества советско-австралийской дружбы были проведены интересные экскурсии, позволившие нам познакомиться с основным разрезами древнего Австралийского щита. В лесах, растущих на красно-

земах, мы собрали богатый гербарий.

Из Фримантла «Витязь» вновь взял курс в центральную часть океана для исследования (2—4 февраля) открытого ранее огромного подводного Восточно-Индийского хребта, протянувшегося поразительно прямолинейно на несколько тысяч километров. Структура его во многом загадочна.

Исследования, проведенные на гребне хребта, привели к выводу, что это глыбовое поднятие пород океанического ложа, осложненное вулканическими сооружениями.

Закончив работы в Индийском океане, «Витязь» направился через пролив Ломбок в индонезийские моря, а затем зашел в Токио (25 февраля — 3 марта), чтобы установить научные контакты с японскими учеными по вопросу обмена информацией о методах морских геофизических исследований и о результатах изучения Индийского океана. 6 марта «Витязь» вернулся во Владивосток.

Профессор Прайдер, декан геологического факультета университета Западной Австралии у обнажения древних пород Австралийского щита



За время плавания экспедиция собрала обширные материалы, частично обработанные еще в океане и послужившие основой для составления научного отчета. Сейчас обработка продолжается и готовится монография о результатах исследований.

Изучение изверженных пород с различных островов Индийского океана важно для решения вопроса, как происходит дифференциация магматического материала в связи со структурными особенностями той зоны, где развиваются вулканические процессы.

В восточной части Индийского океана велись наблюдения над потоком тепла из недр Земли. Результаты наблюдений, проведенных в океане впервые, важны для дальнейшего развития океанических геотермических работ.

Результаты 36-го рейса «Витязя» ставят важные вопросы о геологическом строении дна океана и послужат толчком для дальнейшего развития комплексных геолого-геофизических и биостратиграфических исследований океанических областей.

Наибольший интерес, безусловно, представляют новые данные о строении рифтовой зоны Срединно-Индоокеанского хребта и собранные там образцы ультраосновных пород. Обстоятельные исследования химического состава, физических свойств и абсолютного возраста этих пород намного расширят представления о процессах развития земной коры в океане. Ряд исследователей в качестве рабочей гипотезы сейчас принимает предположение о том, что в рифтовой зоне на поверхность Земли выходят породы верхней мантии. Если эта гипотеза подтвердится, то изучение собранных образцов даст неоценимые сведения о вещественном составе глубинных частей Земли.

ЗА ЛУННОЙ ТЕНЬЮ

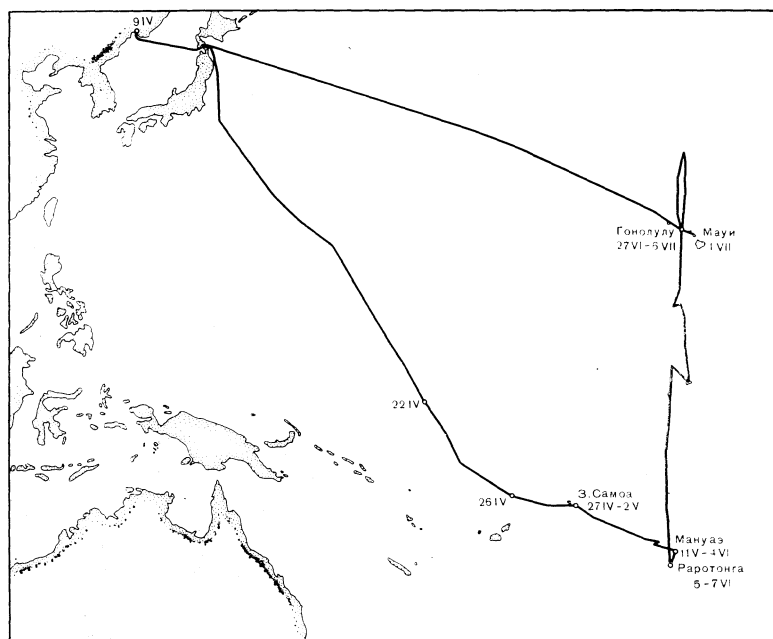
Двадцать четыре советских астронома во главе с М. Н. Гневышевым в апреле — июле 1965 г. совершили интереснейшее путешествие на острова Кука для наблюдения полного солнечного затмения 30 мая 1965 г.

В моменты, когда яркий диск Солнца закрывается Луной, создаются наиболее благоприятные условия для наблюдения внешних слоев атмосферы Солнца, называемых солнечной короной. Тогда только и удастся увидеть корону даже невооруженным глазом.

Солнечная корона — это плазма при температуре 1—2 млн. градусов. Ее исследование имеет большое научное и практическое значение для понимания природы активных процессов, развивающихся на Солнце. Из активных

областей Солнца выбрасываются потоки электронов, протонов, α -частиц и ядер тяжелых элементов, излучаются рентгеновские, ультрафиолетовые лучи и радиоволны в сантиметровом и метровом диапазонах. Эти излучения вызывают: магнитные бури, полярные сияния, земные токи, нарушения радиосвязи, а также некоторые химические и биологические явления, включая изменения в человеческом организме. Потоки частиц особенно опасны для космонавтов, не защищенных земной атмосферой.

Маршрут «Витязя» в Тихом океане



НА ОСТРОВА КУКА

М. Н. ГНЕВЫШЕВ,
кандидат физико-математических наук



Сейчас стало возможно наблюдать солнечную корону и вне затмений. Такие наблюдения систематически ведутся на высокогорных обсерваториях, которых всего около десяти на земном шаре. Одна из наиболее известных — это Горная станция, филиал Пуяковской обсерватории, находящаяся на высоте 2070 м над уровнем моря вблизи города Кисловодска. Наличие таких обсерваторий не уменьшает значения наблюдений короны во время затмений.

Яркость короны меньше яркости солнечных лучей, рассеянных частицами земной атмосферы и, в особенности, пылью. Она быстро убывает с удалением от Солн-

ца, причем даже во внутренних, наиболее ярких частях, она меньше яркости Солнца в сотни тысяч раз. Поэтому вне затмений можно видеть только внутренние части солнечной короны до расстояния около половины радиуса солнечного диска от его края. Более далекие ее части по-прежнему можно наблюдать только во время полных солнечных затмений.

Затмение 30 мая 1965 г. было особенно интересным из-за большой продолжительности полной фазы (3 минуты 40 секунд) и сравнительно высокого положения Солнца над горизонтом (35°). Лунная тень вступила на поверхность Земли при восходе Солнца у западных берегов Новой Зе-

Общий вид научных площадок на острове Мануаэ

ландии, пробежала на северо-восток до экватора и 130° западной долготы и соскользнула с Земли у берегов Перу. Полоса полной фазы проходила по Тихому океану и только два участка суши оказались на пути тени: остров Беллинсгаузена, принадлежащий Франции, и атолл Херви из группы южных островов Кука, принадлежащий Новой Зеландии.

Атолл Херви состоит из двух маленьких островков, Мануаэ и Те Ау о Ту, разделенных мелкой лагуной. Они в наиболее высоких местах возвышаются над во-

дой на 3—4 м и покрыты слоем кораллового песка, ракушек и растительного перегноя. Постоянного населения на них нет, и только на острове Мануаз 18 временных рабочих собирают копру из орехов от 120 000 кокосовых пальм. После годичного пребывания на острове рабочие сменяются. Длина острова 5 км, а наибольшая ширина не более 1 км.

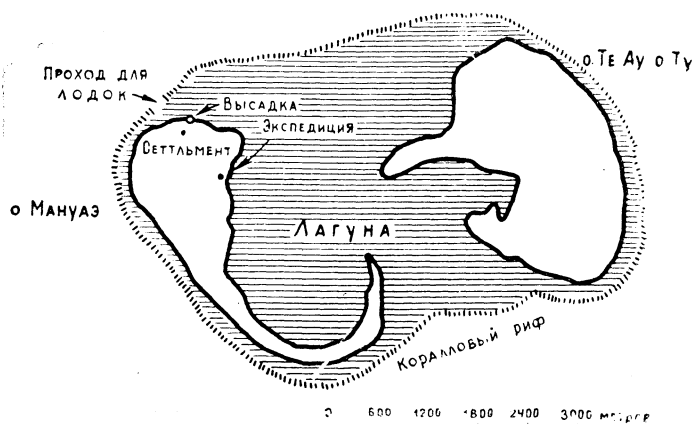
Условия высадки на атолле Херви несколько легче, чем на острове Беллинсгаузена, и туда направились экспедиции СССР, США, Англии, Австралии, Новой Зеландии и Японии. Для размещения экспедиций был выбран остров Мануаз. На острове Беллинсгаузена работали французская и вторая экспедиция США.

Для приема иностранных ученых Новозеландское правительство направило на остров сотрудника астрономической обсерватории Маунт Джон доктора Фр. Бейтсона. Он сообщил всем экспедициям метеорологические, географические и энтомологические данные о Мануаз, а также сведения о его флоре и фауне.

Наша экспедиция вышла из Владивостока в ночь с 8 на 9 апреля на научно-исследовательском судне «Витязь», на борту которого кроме астрономов находились и хозяева судна — океанологи, выполняющие программу своих исследований.

Пройдя Сангарский пролив, корабль вышел в Тихий океан и направился на юго-восток — к островам Западного Самоа — государства, получившего независимость в 1962 г. 19 дней плавания астрономы усиленно готовили свои приборы и хозяйственное снаряжение, с интересом наблюдали появление созвездий южного полушария. Небо украсили Южный Крест и Канопус. Показались Магеллановы облака и непривычные очертания южной части Млечного Пути.

27 апреля утром пришли в порт Апия — столицу Западного



План атолла Херви

Самоа для пополнения запасов скоропортящихся продуктов, пресной воды и получения от верховного комиссара Новой Зеландии формального разрешения на высадку на остров Мануаз.

Западное Самоа расположено на двух больших, покрытых тропической растительностью, гористых островах Савайи и Уполу, и многих мелких. Апия находится на острове Уполу. Строения в городе — живописная смесь европейского и полинезийского типа. Пол последних приподнят на деревянных столбах или на каменном фундаменте, по краям пола тоже столбы, поддерживающие стогообразную соломенную крышу. В непогоду или на ночь промежуток между столбами закрывается циновками. Так же построено и здание парламента; проходные беспрепятственно могут наблюдать за работой правительства и слушать выступления ораторов.

Своеобразна национальная одежда. Мужчины носят пестрые рубашки и красочные лава-лава (подобие юбок). У состоятельных людей лава-лава отличается качеством материи и ценностью застёжки. Женщины одеты в длинные до земли платья, поверх которых второе платье до

колен, плотно облегающее талию.

В Апия много школ, общеобразовательных и специальных колледжей. По приглашению педагогического колледжа автор этой статьи прочитал лекцию о солнечном затмении, на которой присутствовали представители министерства образования. После лекции несколько студентов в национальных костюмах исполнили местные танцы. Большое впечатление произвела пластичность движений танцоров и высокая музыкальная культура хора, сопровождавшего танцы.

Есть в Апия и обсерватория, где ведутся геомагнитные и сейсмические наблюдения, станция по борьбе с вредителями сельского хозяйства и другие научные учреждения.

10 мая «Витязь» подошел к острову Мануаз. Здесь уже выгрузились австралийская, новозеландская, английская и японская экспедиции. Во время выгрузки две плоскодонные лодки, берущие каждая по тонне груза, мотоботом буксировались к коралловому рифу и затем маорийцы, используя набегавшие волны, в пене прибоя проводили их через риф в лагуну и подтягивали к берегу. Там груз перегружался на трактор с прицепом и доставлял-

ся к лагерю или на научную площадку. Выгрузку закончили 15 мая, и «Витязь» ушел на юг выполнять программу океанологических исследований.

Одновременно с выгрузкой началось развертывание лагеря и строительство фундаментов под приборы, установка и монтаж оборудования, электростанций, постройка навесов и укрытий и т. д.

А. И. Глебов определил координаты одного из фундаментов советской экспедиции: широта $19^{\circ}15'43''$ и долгота западная $158^{\circ}57'43''$. С этими данными Г. Б. Гельфрейх заново вычислил обстоятельства затмения. Получилось, что время второго контакта 20 часов 01 минута 22,1 секунды по гриничскому времени, а продолжительность полной фазы 222,4 секунды. Определения координат места и расчеты обстоя-

тельств затмения делались только в советской экспедиции и все остальные пользовались этими данными.

Советская экспедиция намеревалась провести полный и стройный комплекс исследований, всесторонне охватывающий все проблемы современной физики Солнца, которые могут решаться при наблюдениях затмений.

Оптические приборы позволяли получать изображение короны как в мелком масштабе для наблюдений внешней короны, так и в крупном — для детального исследования структуры внутренней короны и ее связи со структурой хромосферы. Снимать корону предполагалось в поляризованном и в обычном свете, на черно-белые пластинки и пленку, а также на цветную пленку.

Спектральные установки предназначались для исследования

спектров хромосферы и внутренней короны с высоким разрешением с помощью спектрографов и фильтров в комбинации с эталонами Фабри — Перо. Исследовались флуоресценция земной атмосферы в лучах водорода на угловых расстояниях от Солнца, недоступных для ночных наблюдений этого явления.

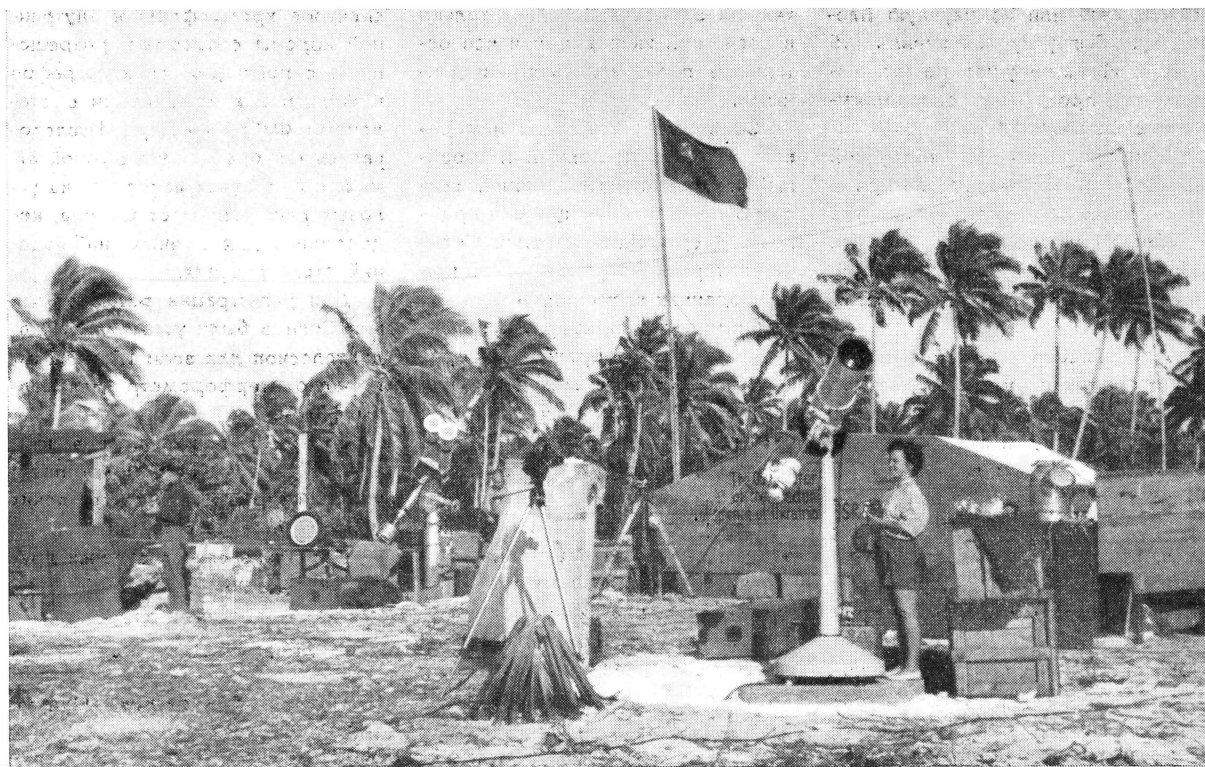
Для регистрации радиоизлучения Солнца были установлены радиотелескоп для волн 1,3 и 3,2 см и радиоинтерферометр для волн 4,0 см.

Во время пребывания в южном полушарии астрономы получили интегральный спектр ярких облаков Млечного Пути.

Несколько слов о задачах других экспедиций.

Вид острова Мануаэ





Площадка советской экспедиции. На камере справа был получен цветной снимок солнечной короны, представленный на 1-й стр. обложки журнала. В глубине виден двойной рефрактор, на нем сделаны снимки короны с эталоном Фабри — Перо

Японская экспедиция (19 человек под руководством доктора Куинжи Саито) в третий раз наблюдала солнечное затмение в южной части Тихого океана (октябрь 1958 г., февраль 1962 г.). Основное оборудование экспедиции — две четырехлинзовые камеры для спектральных наблюдений хромосферы и короны, а также для фотографирования короны в белом свете. Экспедиция исследовала эффект затмения на геомагнитные микропульсации. Наблюдения проводились в двух магнитно-сопряженных точках; одна — на Мануаэ, другая — на Мауи (Гавайские острова). Кроме того, предполагалось измерить яркость неба для выделения центральной линии зодиакального света.

Экспедиция США (11 человек под руководством доктора А. Кейс Пирса из Национальной

обсерватории Китт-Пик) располагала спектральными приборами (спектрографы и эталон Фабри — Перо) для наблюдения короны и верхних слоев атмосферы Земли, радиоаппаратурой для исследования влияния солнечного затмения на электромагнитное излучение земной атмосферы, возникающее в полости Земля — ионосфера на частотах от 6 до 30 гц. Особенно интересны были установки для исследования поляризации в короне с поверхности Земли и с баллонов, которые поднимались со шхуны «Гудвилл» на высоту 30 км. Результаты должны были передаваться на Землю телеметрически и фотографироваться на

киноленту в расчете на то, что контейнер с прибором будет найден.

Английская экспедиция (4 человека, во главе с доктором Д. Е. Блекуэллом) имела спектральные установки для исследования потемнения к краю диска и для наблюдения короны.

Известный австралийский ученый Д. Джиованелли привез на Мануаэ двойной рефрактор для исследования тонкой структуры хромосферы в лучах водорода и гелия.

Новозеландская экспедиция (7 человек под руководством доктора И. Л. Томсона) была оборудована спектральными установками

для фотографирования спектра вспышки и короны и приборами для регистрации микропульсаций в геомагнитном поле, вызываемых взаимодействием солнечного ветра и магнитосферы.

Наконец, экспедиция Астрономического общества островов Кука из четырех человек измеряла галактические шумы и поглощение в слое D ионосферы по изменениям условий прохождения радиоволн.

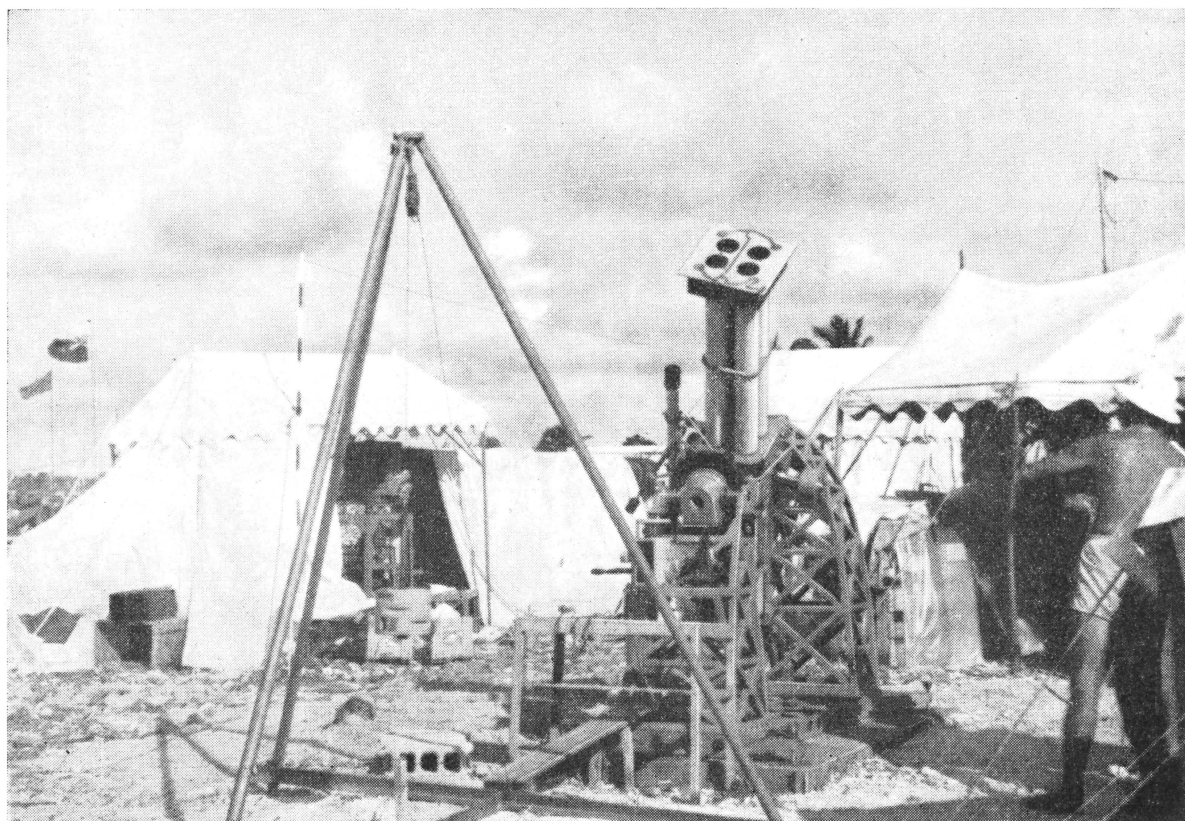
Все экспедиции готовились к наблюдению затмения, помогая друг другу в налаживании приборов и в хозяйственных делах. Находилось время на официальные приемы и неофициальные дру-

жеские встречи и научные дискуссии. То, что на маленьком острове собралось около семидесяти специалистов из шести стран, живших и работавших в тесном контакте, чрезвычайно способствовало обмену опытом и научными идеями. Многие дали взаимное ознакомление с аппаратурой и планами исследований.

Дружеские отношения сложились и с маорийскими рабочими, часто по вечерам приходившими в советский лагерь. Навсегда сохранятся теплые воспоминания о приветливом, талантливом и красивом народе маори, обитающем на затерянных в океане маленьких островах Кука.

Во время юстировки приборов большие помехи создавали ежедневные дожди. Частая облачность мешала регулировке оптических приборов, а большая влажность выводила из строя радиотехнические устройства. Был момент, когда из четырех электростанций работала только одна. Москиты и мошкара, особенно по вечерам, прилетая на свет и залезая в радиоаппаратуру, создавали угрозу порчи деталей с высоким напряжением. Несмотря на то что 29 мая все установки были готовы для наблюдений. Утром 30 мая к моменту первого контакта Солнце было на идеально чистом небе. Однако минут за десять до полного затмения образовалась гряда облаков, которая с переменной плотностью закрывала Солнце. Во время полной фазы затмений температура пони-

Японская установка доктора Куинжи Саито для измерения поляризации в короне



жается на $2-3^\circ$, что, по-видимому, в сочетании с влажностью и температурой на острове, привело к конденсации и образованию облаков. Вскоре после окончания полной фазы Солнце опять сияло на чистом небе.

Облака помешали выполнению намеченной программы оптических наблюдений, но наблюдатели, применяясь к условиям видимости, изменяли программу, стараясь снять все, что возможно.

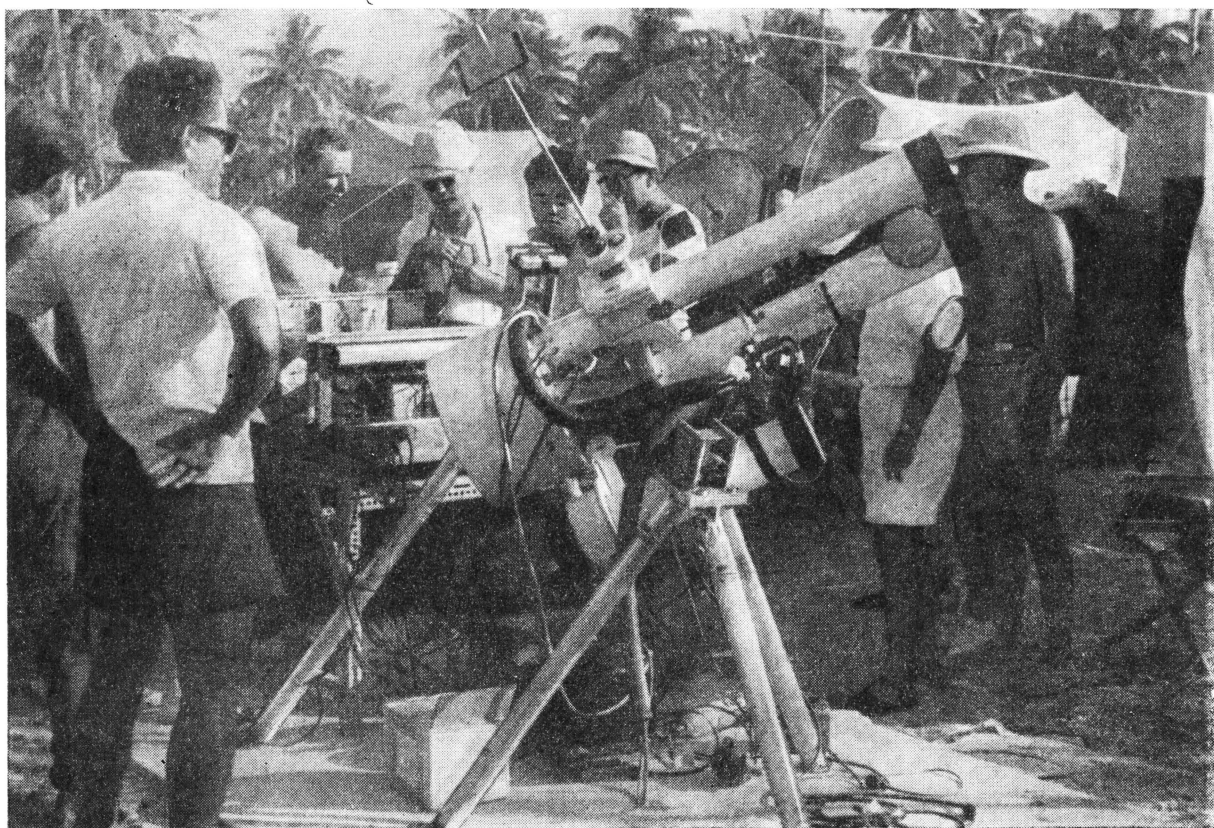
Радиоастрономические установки работали безукоризненно. Наблюдения на волнах 1,27 и 3,27 см (Ленинградский университет) показали, что в зависимости радио-

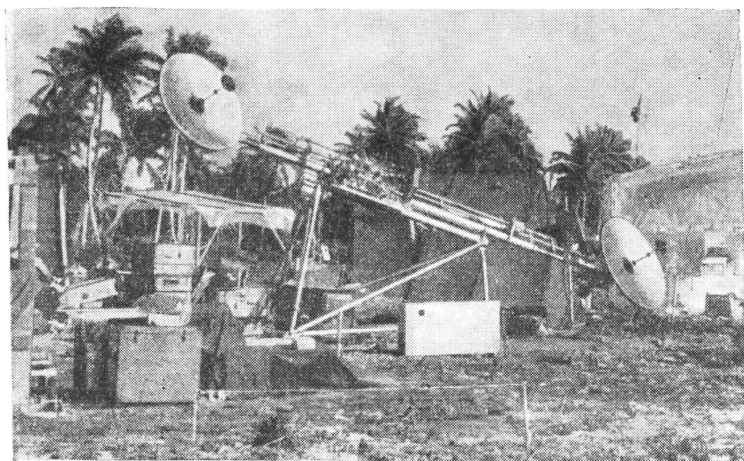
диаметра Солнца от длины волны имеется скачок между 1,3 и 2,0 см. Значение радиодиаметра Солнца постоянно и равно примерно 1,01 оптического диаметра для волн короче 1,3 см и также постоянно и равно примерно 1,03 для волн длиннее 2,0 см. Скачкообразное изменение величины диаметра Солнца при переходе волны от 1,3 к 2,0 см говорит о наличии области резких изменений состояний солнечной атмосферы на соответствующих высотах, что необходимо учитывать при построении физической модели солнечной атмосферы.

Вполне оправдала себя интер-

ференционная методика наблюдений солнечных затмений в сантиметровом диапазоне (Пулковская обсерватория). Двухэлементный интерферометр имел такую базу, что излучение спокойного Солнца не давало интерференционной картины, которая в то же время сохранялась почти полностью для источников малых размеров. Так как вблизи первого и четвертого контактов малые участки солнечного диска, закрытые Луной, могут рассматриваться как малые «отрицательные» источники, то их регистрация получается значительно точнее, чем при обычных методах. В результате оказалось возможным измерить сигналы, составляющие менее 0,5% от излучения всего Солнца. Записи излучения на волне 4,0 см, получен-

Американская установка доктора Е. П. Нея для исследования поляризации в короне. Вторую такую же установку предполагалось во время затмения поднять на баллоне на высоту 30 км, но из-за сильного ветра этого сделать не удалось





Радиоинтерферометр Пулковской обсерватории. На нем измеряли радиоизлучение Солнца с высокой точностью

ные этим прибором, имеют точность, существенно превышающую достигнутую ранее.

Облака сократили время оптических наблюдений полной фазы затмения. Поэтому, естественно, не могли быть выполнены наблюдения внешней короны или спектральные наблюдения, требовавшие длительных экспозиций и отсутствия рассеянного света. Однако наблюдения с эталоном Фабри — Перо (ГАИШ) позволили получить снимки короны в линиях 5303 и 6374 Å, что оказалось возможным благодаря установке, имевшей стократный запас чувствительности.

Киевскими астрономами получены крупномасштабные снимки короны, вполне пригодные для исследования ее структуры. Удалось также цветные снимки короны (Пулковская обсерватория). Получен один снимок спектра короны (ГАИШ).

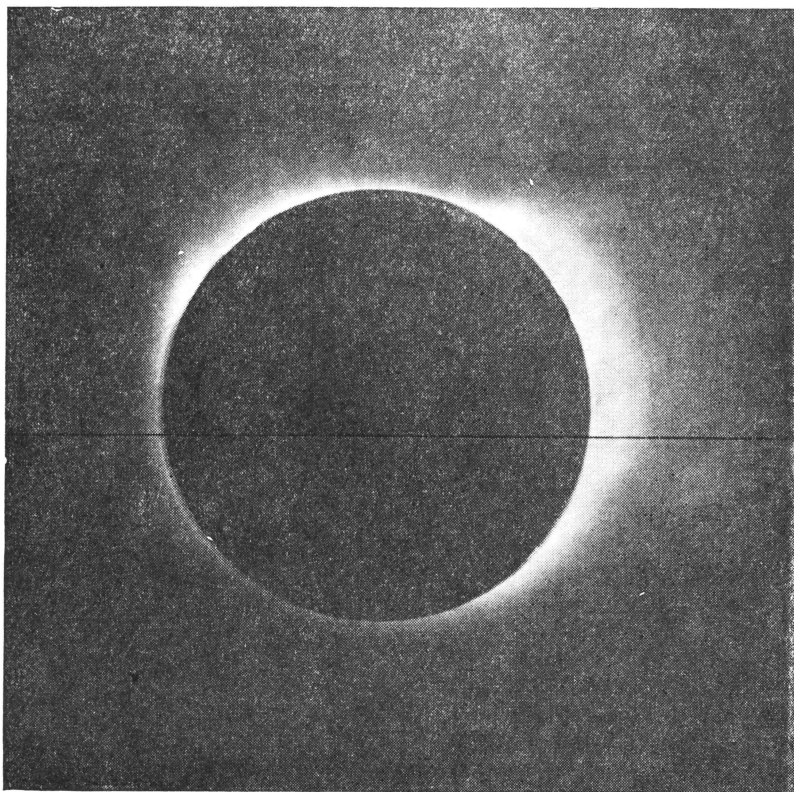
В других экспедициях удачно прошли только неоптические наблюдения: регистрация геомагнитных микропульсаций, ионосферные наблюдения и т. п. Запуск баллона с аппаратурой для

измерения поляризации в короне не удался из-за сильного ветра.

Подводя итог, отметим, что советской экспедицией накоплен большой опыт научной и организационной работы в тропических условиях, который будет весьма ценным для будущих экспедиций.

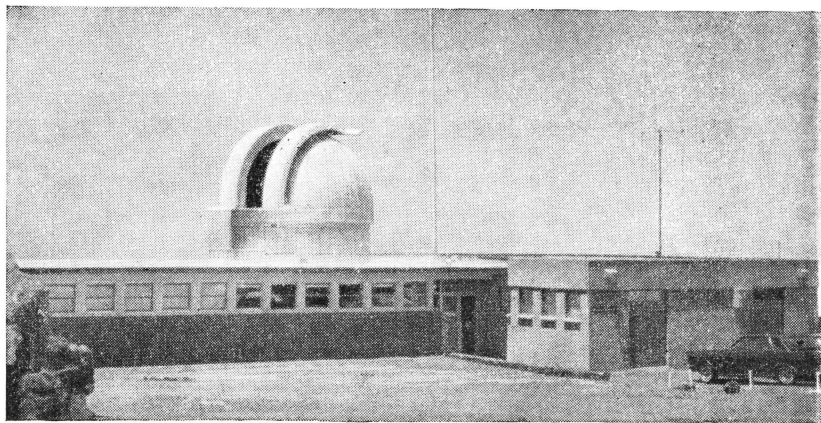
Первыми простились с островом американская и японская экспедиции. 3 июня подошел «Витязь», а 4-го мы покинули гостеприимный Мануаэ и направились к острову Раротонга с городом Аварау, куда мы взялись доставить участников английской, австралийской и новозеландской экспедиций, не имевших другой возможности в ближайшие месяцы выехать с острова Мануаэ.

Снимок короны, полученный на камере с фокусным расстоянием 10 м Н. И. Дзюбенко [Киевский университет]. Горизонтальная линия указывает направление суточной параллели



5 июня «Витязь» подошел к Аваруа. Нам была предоставлена возможность осмотреть остров. Высокие изрезанные горы, покрытые пышной растительностью — таков общий облик Раротонга. Дома в Аваруа и деревнях — европейского типа, построенные по типовым проектам, разработанным с учетом местного климата и условий. Представление, показанное нам местными жителями по традиции, началось с того, что старший в ансамбле танцоров, выкрикивая, с размаху приставил копье к груди старшего из гостей (автора этих строк). Нужно было ответить приветствием, после чего отношения считались установленными и можно было приступать к танцам.

Вечером 6 июня на борту «Витязя» был устроен прием администрации островов Кука, затем судно взяло курс на север вдоль 160 западного меридиана для выполнения программы океанологических исследований. Следующий порт, который мы должны были посетить для пополнения запасов



Солнечная обсерватория на вулкане Халеакала

продовольствия и пресной воды, был Гонолулу — столица Гавайских островов (США). Переход с многочисленными и длительными остановками для океанологических исследований продолжался 21 день. В течение этого времени астрономы приводили в порядок свое имущество, оформляли документацию, читали лекции и помогали океанологам. Оставалось время и для весьма плодотворных дискуссий. Действительно

очень редко ученые из разных институтов имеют возможность спокойно и не торопясь творчески обсуждать научные проблемы. Плодотворность этих бесед переоценить невозможно: родились новые замыслы, проекты и соглашения о научном сотрудничестве, которые без сомнения дадут важные результаты.

В Гонолулу советских астрономов пригласили в Гавайский университет на встречу с сотрудниками солнечной обсерватории, недавно построенной на острове Мауи, на вершине потухшего вулкана Халеакала. Во время этой встречи доктор Джефрис, директор обсерватории, пригласил 12 ученых посетить обсерваторию. 1 июля приглашенные вылетели на остров Мауи (полет продолжался 40 минут) и затем на автомашинах поднялись на солнечную обсерваторию, находящуюся на высоте 3000 м. Дорога шла между плантациями ананасов и сахарного тростника, выращивание которых — одно из основных занятий жителей Мауи. На вершине часть пути проходит по краю кратера, откуда открывается вид на его внутреннюю часть с потоками застывшей лавы и породами разного цвета. Халеакала на гавайском языке — дом Солнца.

Танцы на острове Раротонга



Эта гора — национальный заповедник США.

На солнечной обсерватории основной прибор — К-коронометр, созданный Влериком. Прибор стоял раньше в Клаймаксе (Колорадо), но там бывает лишь 6 дней в месяц, пригодных для наблюдения электронной составляющей солнечной короны, а на Халеакала — 20. Установка представляет собой ферму на параллактической монтировке, на которой помимо К-коронометра смонтированы хромосферный телескоп для киносъемки в лучах водорода, установка для наблюдения протуберанцев и прибор для из-

мерения спокойствия изображений в инфракрасных лучах. Последний одновременно используется для автоматического гидирования всей установки. На обсерватории производится также регистрация космических шумов. В ближайшее время будут установлены еще фотогелиограф и коронограф с диаметром объектива 30 см и со спектрографом в системе куде.

Рядом с солнечной обсерваторией находится станция наблюдения искусственных спутников Земли и строится большая обсерватория Мичиганского университета. Гавайские острова решено сделать центром астрофизических исследований из-за исключительно благоприятных географических и климатических условий.

После осмотра состоялся не принужденный товарищеский ужин с участием семей и знакомых американских астрономов. На следующий день советские ученые возвратились в Гонолулу.

Большой интерес представило знакомство с Гавайским университетом, основанным в 1907 г. как агрономический и инженерный институт, а в 1920 г. преобразованным в университет. Сейчас он состоит из семи колледжей, аспирантуры и летней школы.

В этом году в университете числится 13 000 студентов из всех штатов США и 55 других стран. В университете 900 преподавателей, из них 400 профессоров.

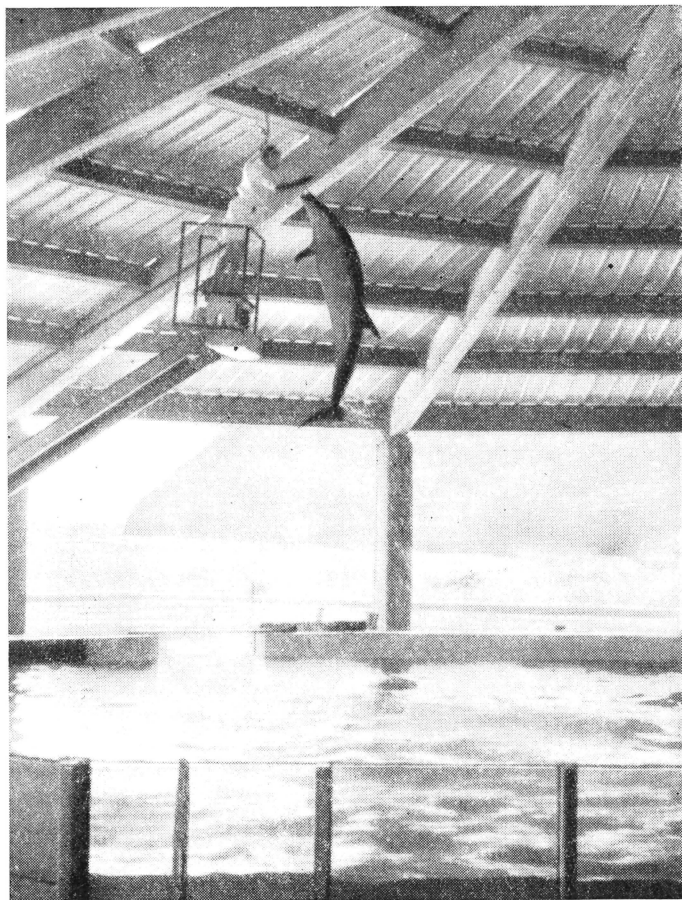
Геофизический институт университета — целая академия, к которой, в частности, относится солнечная обсерватория на горе Халеакала. Тематика института: метеорология, геология берегов и океанография (включая проблему цунами), физика верхних слоев атмосферы, физика Солнца, физика космического пространства, земная мантия и сейсмология.

2 июля на семинаре в геофизическом институте мною был сделан доклад о наблюдениях солнечного затмения; с докладами выступили также советские океанологи. Затем сотрудник местного геофизического института сообщил о решении проводить бурение до мантии (проект Мохо) вблизи Гавайских островов.

Многие американцы, и в особенности астрономы, проявляли большое внимание к советским ученым, стараясь облегчить знакомство с Гонолулу и его окрестностями.

Простившись с Гонолулу, экспедиция направилась во Владивосток, куда прибыла 27 июля. Увлекательное путешествие, продолжавшееся более трех месяцев, закончилось.

5-метровый прыжок дельфина в аквариуме на Гавайских островах



КОМЕТА ИКЕЙА-СЕКИ

Б. Ю. ЛЕВИН,
доктор физико-математических наук

Комета 1965 f, открытая Икейа и Секи 18 сентября 1965 года, оказалась принадлежащей к семейству комет, члены которого не только обладают очень сходными орбитами, но и вдобавок очень близко приближаются к поверхности Солнца и пролетают сквозь солнечную корону. Предварительные данные об орбите кометы Икейа-Секи указывали даже на возможность ее косого столкновения с Солнцем. Но, когда наблюдениями был охвачен достаточно большой отрезок орбиты, выяснилось, что комета пройдет на расстоянии около 450 000 км от поверхности Солнца и что это произойдет утром 21 октября.

При вычислениях орбиты, проведенных в Институте теоретической астрономии в Ленинграде, важную роль сыграли определения положения кометы на небе по фотографиям, снятым на меннискском телескопе Крымской астрофизической обсерватории между 28 сентября и 3 октября (рис. 1). Еще предстоит фотометрическая обработка этих снимков.

В первой половине октября комету Икейа-Секи можно было наблюдать невооруженным глазом перед восходом Солнца. Как и у всех комет, ее блеск быстро возрастал по мере приближения к Солнцу. Судя по наблюдениям, сделанным в предшествующие дни, 21 октября в перигелии блеск кометы Икейа-Секи был раз в 10 больше блеска полной Луны. Но увидеть комету в это время было очень трудно, так как она находилась на небе у самого края солнечного диска (рис. 2) и терялась в его ярком



Рис. 1. Комета Икейа-Секи 29 сентября 1965 г. [Снимок Н. С. Черных, полученный на 40-сантиметровом астрографе Крымской астрофизической обсерватории]

ореоле. Ее можно было заметить лишь при совершенно прозрачном воздухе и при высоком положении Солнца над горизонтом. На большинстве советских обсерваторий погода в этот день была плохая, но и там, где она была более или менее удовлетворительной, комету наблюдать не удалось. Такая же неудача постигла и многие обсерватории в других странах. В СССР только Крымской астрофизической об-

серватории удалось сфотографировать в этот день комету Икейа-Секи. В Крымской обсерватории комету нашли около 10 часов утра по московскому времени, когда она, уже обогнув Солнце, находилась на расстоянии в $1/2^\circ$ от него. Ее фотографировали в течение нескольких часов, применяя светофильтр, пропускающий область около 6100Å . Несколько снимков было сделано и на следующий день, когда блеск коме-

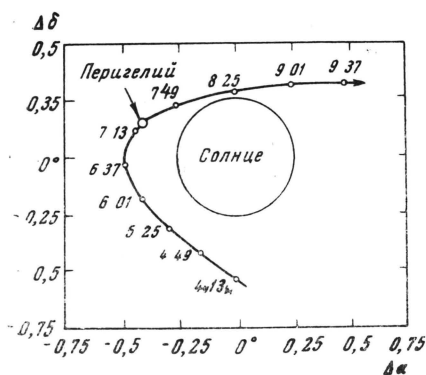


Рис. 2. Видимое движение кометы Икейа-Секи относительно Солнца 21 октября 1965 г. Около отдельных точек указано московское время в часах и минутах

ты заметно уменьшился, но зато она находилась уже в 7° от Солнца (рис. 3).

Для наблюдателей в Европе и Америке наибольшее приближение кометы Икейа-Секи к Солнцу пришлось на ночные часы. Зато эти наблюдатели имели возможность видеть комету, когда она находилась на расстоянии $2-3^\circ$ от Солнца — и во время приближения к нему и во время удаления. Хотя в эти периоды комета была раз в 10 слабее полной Луны, она находилась вне самой яркой части солнечного ореола и потому при благоприятной погоде ее легко можно было наблюдать в телескоп и даже невооруженным глазом.

На нескольких обсерваториях — на юге Франции, в Южной Африке, в Калифорнии и Нью-Мексико (США) удалось провести фотографирование или фотоэлектрическую регистрацию спектра кометы Икейа-Секи в то время, когда она находилась вблизи Солнца. Эти наблюдения подтвердили и дополнили результаты визуальных наблюдений спектра кометы 1882 II, принадле-

жащей к тому же семейству: как и у кометы 1882 II, наблюдались линии железа и никеля, а кроме того — линии калия, меди и ионизованного кальция (не говоря уже о линиях натрия, наблюдающихся почти у всех комет, заходящих внутрь орбиты Венеры). Американские ученые пытались получить спектр кометы в далекой ультрафиолетовой области (1000—3400 Å) с помощью ракет, запущенных 19 и 21 октября. Результаты этих экспериментов пока неизвестны. Попытка получить снимок кометы в ультрафиолетовых лучах с помощью ракеты, запущенной 20 октября, не удалась из-за неполадок с фотографической аппаратурой.

Обогнув Солнце, комета Икейа-Секи снова перешла на правую сторону от Солнца и стала удаляться от него, смещаясь все дальше к югу от небесного экватора. Она снова стала восходить из-под горизонта перед восходом Солнца, и в конце октября и голова, и хвост кометы стали хорошо видны невооруженным глазом на фоне утренней зари. На Абастуманской обсерватории 29 октября ее хвост был виден на протяжении более 20° . Комету фотографировали вплоть до первых чисел ноября на обсерваториях в Абастумани, Алма-Ате, Ашхабаде и на Горной станции Пулковской обсерватории (близ Кисловодска) (рис. 4). На снимках,

Рис. 3. Комета Икейа-Секи 22 октября 1965 г. (снимок А. Н. Бабина, полученный на коронографе Крымской астрофизической обсерватории)





Рис. 4. Комета Икейа-Секи 2 ноября 1965 г. (снимок Х. Д. Гульмедова, полученный в Ашхабаде, на малой неподвижной камере. Звезды слегка сдвинулись за время экспозиции)

сделанных в Абастумани и Алма-Ате, хвост имел своеобразную структуру, напоминающую закрученную веревку (см. фото на второй странице обложки). В Алма-Ате изучали поляризацию света кометы.

Когда комета 1882 II проходила через перигелий, ее ядро распалось на 5 частей, но, так как они очень медленно раздвигались одна от другой со скоростью около 1 м/сек, их удалось заметить лишь через две недели. Аналогичный распад претерпело, по-видимому, и ядро кометы Икейа-Секи. Визуальные и фотографические наблюдения, проведенные 4 и 5 ноября с помощью 30-дюймового рефлектора обсерватории во Флагстаффе (США), выявили существование в ядре двух, а быть может и трех конденсаций.

В конце ноября комета, перемещаясь к югу, перестала быть видимой для советских обсерваторий. Но в экваториальной зоне земного шара и в южном полушарии ее еще можно было видеть невооруженным глазом. Сколь долго ее еще удастся наблюдать и фотографировать в телескопы, зависит от того, насколько убьет блеска кометы вследствие ее удаления от Солнца будет ускорена распадом ее ядра.



ОБНАРУЖЕН НОВЫЙ КЛАСС ОБЪЕКТОВ — КВАЗИЗВЕЗДНЫЕ ГАЛАКТИКИ

Прошло совсем немного времени с тех пор, как астрофизиков взволновало открытие чрезвычайно далеких внегалактических объектов — сверхзвезд, или, как их часто называют, квазизвезд, о существовании которых никто ранее не подозревал. Совсем крошечные по размерам в

сравнении с обычными галактиками, они излучают потоки света в десятки раз, а радиоволн — в сотни тысяч раз более мощные, чем нормальные галактики, состоящие из сотен миллионов звезд.

Недавно поиски новых квазизвездных источников, проводившиеся под руководством известного американского ученого А. Сэндейджа, привели к обнаружению другого класса внегалактических объектов, не менее интересных и загадочных.

(Окончание на стр. 78)



Вы увидели Луну в таком виде? Через сколько суток Вы можете увидеть серп Луны в таком виде?

(Ответ на стр. 96)

В чем сходство и отличие неба Луны и неба Земли?

(Ответ на стр. 96)

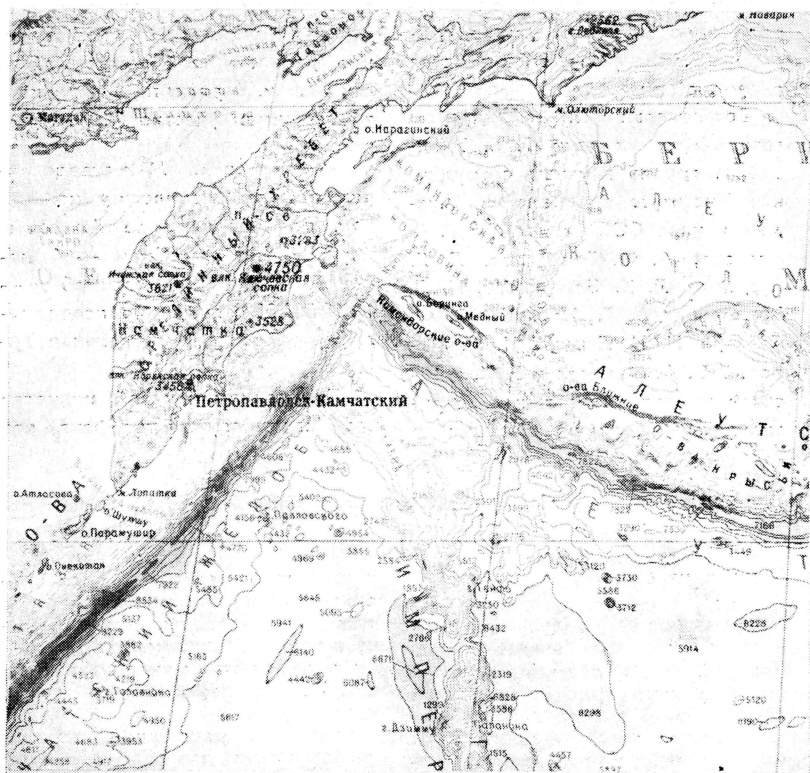
НОВАЯ КАРТА РЕЛЬЕФА ДНА ТИХОГО ОКЕАНА

Тихий океан — крупнейшая акватория нашей планеты. Он омывает берега Азии, обеих Америки, Австралии и Антарктиды. Его просторы раскинулись почти на 16 000 км с севера на юг и на 20 000 км с запада на восток. По площади он намного превышает всю сушу и составляет более трети поверхности Земли.

Хотя Тихий океан известен человечеству с древнейших времен и к нему примыкают территории, где проживает значительная часть населения Земного шара, мы еще далеки от того, чтобы считать себя хорошо с ним знакомыми.

Особенно существенный пробел в наших представлениях о Тихом океане — крайне недостаточные сведения о его подводном рельефе. Это затрудняло разработку вопросов геологии огромных областей Земли, скрытых его водами, и не позволяло правильно интерпретировать результаты самых различных геофизических, геоморфологических, геотектонических, сейсмологических, вулканологических, геохимических и других исследований.

Во время Международного геофизического года исследование этой крупнейшей акватории стало одной из центральных задач океанологов всего мира. Проведенные по программе МГГ научные работы, в отличие от разрозненных и несогласованных усилий предыдущих лет, охватили довольно равномерно всю эту область и дали вполне сопоставимые материалы. Было организовано беспрецедентное по широте и координированности комплексное изучение донных осадков и



Фрагмент карты «Рельеф дна Тихого океана»

коренных пород дна, водной взвеси как исходного материала для образования осадков, сейсмоакустические и магнитные исследования глубинного строения земной коры и верхней мантии.

Ведущую роль в этом походе на тайны морского дна сыграли ученые Советского Союза и США, направившие сюда наибольшее количество экспедиций, снабженных современной научной аппаратурой. Только исследовательское судно «Витязь» совершило в период МГГ и вскоре после него одиннадцать научных плаваний в Тихом океане. Активно участвовал

в этих исследованиях также дизель-электроход «Обь».

Американские ученые за время МГГ и после него также провели ряд научных экспедиций. Немалый вклад в эти исследования сделали английские, шведские, новозеландские и аргентинские исследователи.

Были пройдены сотни тысяч миль, проведены десятки миллионов измерений глубин, сделаны многочисленные географические открытия. Обнаружены неизвестные ранее подводные горы, узкие линейные зоны разлома и глубокие желоба.

Благодаря созданной в дни МГГ системе международного обмена материалами через Мировые центры сбора данных, один из которых находится в Москве, а другой — в Вашингтоне, впервые в истории возникла возможность для любого исследователя сосредоточить в своих руках всю интересующую его информацию, собранную усилиями специалистов разных стран.

Возглавлявшаяся кандидатом географических наук Г. Б. Удinceвым группа научных сотрудников Института океанологии Академии наук СССР в составе Г. В. Агапова, А. Ф. Береснева, Л. Я. Буданова, Л. К. Затонского, Н. Л. Зенкевича, А. Г. Иванова, В. Ф. Канаева, Н. И. Ларина, Н. А. Маровой, В. А. Минеева и Б. И. Раутского провела длительную, скрупулезную работу по обобщению

всей полученной геологической и геофизической информации. Положив в основу научные материалы советских экспедиций на «Витязе» и «Оби», они сумели впервые составить подробную карту глубин Тихого океана, решительно отличающуюся от прежних, содержащих в основном схематичное и упрощенное изображение рельефа этой важной области Земли. В редактировании карты принимал участие И. П. Кучеров.

Карта издана Междугосударственным геофизическим комитетом при Президиуме Академии наук СССР. Ее объем — 6 печатных листов, масштаб — 1 : 10 000 000, проекция псевдоцилиндрическая синусоидальная Урмаева.

Признанием научной ценности этой карты служит тот факт, что

она выдвинута на соискание Ленинской премии 1966 г.

Новая батиметрическая карта Тихого океана не может не вызвать большой интерес самого широкого круга геофизиков — океанологов, специалистов в области рельефа морского дна, тектонистов, ученых, связанных с исследованиями по Международному проекту верхней мантии Земли и с изучением современных движений земной коры, а также геологов и географов. Карта полезна и для преподавателей географии и других наук о Земле.

Карту Тихого океана можно приобрести, обратившись в Междугосударственный геофизический комитет АН СССР по адресу: Москва, В-296, Молодежная ул., д. 3. Цена карты 4 р. 45 к.

Б. И. СИЛКИН

(Начало на стр. 76)

Изображения квазизвезд на фотопластинках трудно отличить от изображений обычных звезд. Находят их по двум признакам: они необычно ярко (в сравнении со звездами) выглядят в ультрафиолетовых лучах, а координаты их совпадают с координатами радиоисточников. В процессе поисков квазизвезд при просмотре фотопластинок американские ученые обратили внимание на часто встречающиеся звездоподобные объекты с сильным ультрафиолетовым излучением, которые, в отличие от квазизвезд, ничем не проявляют себя в радиодиапазоне. Немалое число таких объектов было известно и ранее, но считалось, что все они — обычные горячие звезды.

Анализ показал, что эти «звезды» можно разделить на два класса. У объектов ярче 15-й величины энергия распределена по спектру, действительно, так же, как у обычных горячих звезд, но слабые объекты по распределению энергии совсем не отличаются от квазизвездных источников.

Рост числа рассматриваемых звезд с уменьшением их видимой яркости также различен у ярких

и слабых объектов. У первых — он такой же, как и должно быть, если это — звезды, принадлежащие нашей Галактике, у вторых — он подобен росту числа объектов, столь же далеких от нас, как и квазизвезды.

Наконец, решающее доказательство того, что слабые звезды с избытком ультрафиолетового излучения составляют новый класс внегалактических объектов, принес анализ спектров нескольких «звезд». Анализ показал большое красное смещение в спектрах, т. е. большую скорость удаления этих объектов от нас (до одной — двух сотен тысяч километров в секунду). Большое красное смещение может встречаться лишь в спектрах внегалактических, очень удаленных от нас систем.

Объекты были названы квазизвездными галактиками. Их отличие от квазизвезд лишь в том, что они не излучают мощных потоков радиоволн. В лучах же видимого света квазизвезды и квазизвездные галактики выглядят одинаково.

Число квазизвездных галактик, доступных наблюдениям, очень велико. По предварительным под-

счетам, на всем небе можно найти более 160 000 таких объектов ярче 19-й звездной величины и более 100 — ярче 12-й!

Зная мощность излучения квазизвездных галактик, можно определить их пространственную плотность. Оказалось, что во Вселенной они встречаются в 20 000 раз реже обычных галактик и в 500 раз чаще квазизвезд.

Если нормальные галактики, квазизвезды и квазизвездные галактики — объекты одного типа, но находящиеся лишь на различных этапах своего развития, то стадию квазизвездных галактик они должны проходить примерно за 500 млн. лет — срок очень небольшой по космическим масштабам. Интересно, что по имеющимся расчетам примерно столько же времени требуется, чтобы массивное облако газа, сжимаясь, смогло образовать нормальную галактику. Случайно ли это совпадение?

Сейчас трудно ответить на вопрос о том, что представляют собой только что открытые объекты, слишком мало о них пока известно. Исследования продолжаются.

А. В. ЗАСОВ



РАДИОШУМЫ И ТЕМПЕРАТУРА ВЕНЕРЫ

В. М. ВАХНИН,
кандидат физико-математических наук,

А. И. ЛЕБЕДИНСКИЙ,
профессор

Обычный метод измерения температуры поверхности Луны и планет по их инфракрасному излучению непригоден для измерения температуры поверхности Венеры. Дело в том, что атмосфера Венеры, скрывающая от нас поверхность планеты, не пропускает и инфракрасное излучение. Поэтому инфракрасные измерения позволяют определить лишь температуру верхних слоев атмосферы, которая оказалась весьма низкой (минус 30—40°С). Однако густые облака Венеры свободно пропускают «радиошумовое» излучение поверхности планеты в диапазоне сантиметровых и миллиметровых радиоволн. Воспользовавшись этим, советские радиоастрономы А. Д. Кузьмин и А. Е. Саломонович, а также Б. Кларк (США) и другие получили поразительный результат: оказалось, что поверхность Венеры излучает радиошумы на волнах длиной от 3 до 10 см столь же интенсивно, как черное тело, нагретое до 300—400°С, т. е. до температуры плавления свинца! Так ли это на самом деле?

Чтобы теоретически объяснить столь сильный нагрев поверхности, недостаточно учитывать близость Венеры к Солнцу. Необходимо дополнительно предположить, что атмосфера Венеры, подобно стеклам гигантского парника, обладает способностью хорошо пропускать к поверхности солнечное тепло, но весьма эффективно задерживать ее обрат-

ное тепловое излучение. Расчеты показывают, что «парниковый» эффект на Венере должен быть чрезвычайно интенсивным, во много раз более мощным, чем все известные другие примеры «парникового» эффекта. Например, «парниковый» эффект, существующий в атмосфере Земли, повышает ее температуру, отсчитываемую от абсолютного нуля, на 15%; на Венере же он должен повышать температуру на 150%.

В связи с трудностями в объяснении причин необычно сильного разогрева поверхности Венеры были предприняты попытки объяснить наблюдаемые радиошумы Венеры интенсивным движением электронов в ионосфере. Эта гипотеза встречает теоретические трудности: для объяснения наблюдаемых мощных радиошумов необходимо предположить, что ионосфера Венеры в 1000 раз более насыщена электронами, чем земная. Подобное явление трудно объяснить, исходя из существующих представлений об источниках ионизации верхних слоев атмосферы. К тому же последние, наиболее тонкие наблюдения Кузьмина и Кларка обнаружили некоторые особенности радиошумов Венеры, не совместимые с «ионосферной» гипотезой.

Все это приводит к мысли, что высокая температура Венеры обусловлена другими явлениями. Например, известно, что так называемые тлеющие электрические разряды в

Хорошо проводящие слои верхней атмосферы

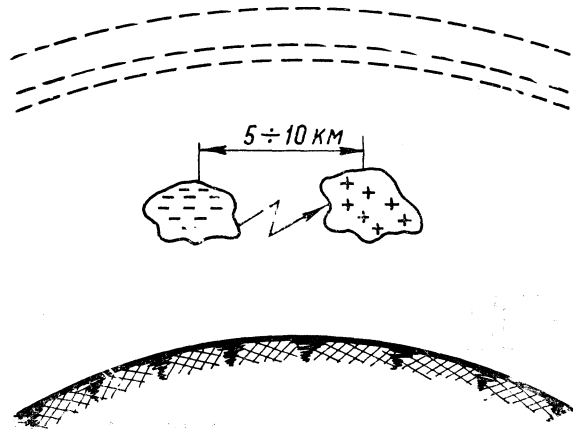


Рис. 1

разреженных газах создают весьма интенсивное радишумовое излучение при малом тепловом нагреве среды, окружающей разряд. Вспомним, что обычные газосветные трубки, используемые в светящихся рекламах, создают радишумовое излучение, эквивалентное температуре в $10\,000\text{--}40\,000^\circ$, но при этом отсутствует интенсивное инфракрасное излучение и стенки трубок остаются практически холодными.

Шумовое излучение, исходящее из тлеющего разряда, постоянно по интенсивности во времени и имеет непрерывный спектр частот, что делает его практически не отличимым от радишумов нагретого тела. Можно предположить, что в верхних слоях атмосферы Венеры происходят непрерывно или почти непрерывно подобные же тлеющие электрические разряды, создающие повышенную интенсивность радишумов.

Главным фактором, определяющим развитие в атмосфере Венеры тлеющего атмосферного разряда, вместо характерных для Земли электрических атмосферных явлений грозового характера, может быть крайне медленное вращение планеты (по последним данным, основанным на радиолокационных измерениях, Венера делает один оборот за 247 ± 5 земных суток).

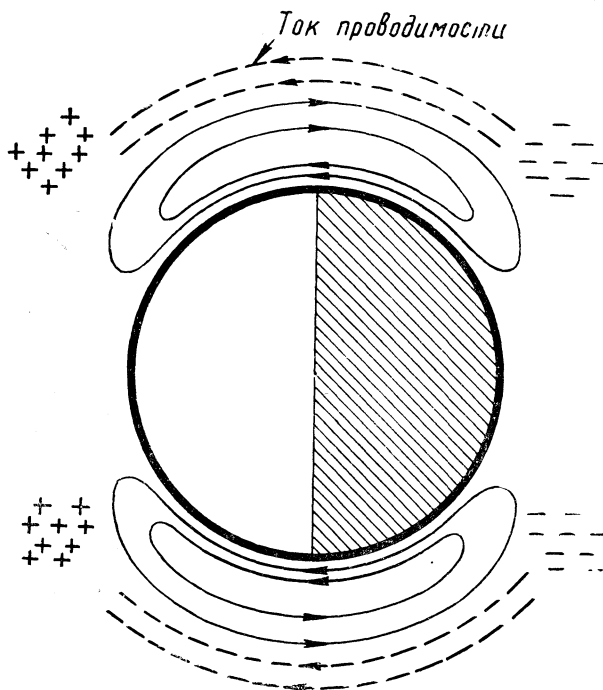
В земных условиях атмосферные потоки, создаваемые разностью температур между экваториальными и полярными районами, изменяют свою форму и направление под действием «кориолисова» ускорения, вызван-

ного сравнительно быстрым вращением Земли. В результате образуются циклоны и антициклоны — области с бурным, завихренным движением воздушных масс и с энергичными столкновениями потоков воздуха с различной температурой и влажностью. При таком характере движения воздушных масс, атмосферное электричество проявляется в виде явлений грозового характера. Картина дополнительно усложняется наличием различных по своей тепловой инерции областей Земли: материков, морей, океанов.

На медленно вращающейся планете атмосферные течения должны быть значительно более упорядоченными, напоминающими бризы — спокойные, без значительных завихрений утренние и вечерние ветры на границах моря и суши. Однако в отличие от сравнительно слабых и маломасштабных земных бризов, в атмосфере Венеры, по-видимому, возможны мощные «глобальные» бризы. Такое атмосферное течение может обладать большой скоростью ($30\text{--}40\text{ м/сек}$) и сравнительно плавным перемещением воздушных масс, не сопровождающимся бурными явлениями, свойственными земной атмосфере.

При подобном характере циркуляции в атмосфере Венеры может происходить «гло-

Рис. 2



бальное разделение зарядов», т. е. концентрация зарядов одного знака на дневной стороне планеты и другого — на ночной.

Известно, что проводимость атмосферы увеличивается с подъемом в верхние слои, поскольку возрастает и длина свободного пробега и количество заряженных частиц. В земных условиях наибольшая проводимость отмечается на высоте около 100 км над поверхностью.

Для атмосферных явлений типа земных гроз, при которых противоположные по знаку заряды разносятся на 5—10 км, путь разряда через верхние слои атмосферы не оптимален, так как до слоев с наивысшей проводимостью электрическим токам необходимо преодолеть десятки километров плохо проводящих слоев (рис. 1). Если же противоположные заряды разносятся на сотни или тысячи километров, то путь через верхние слои атмосферы становится для токов более легким, чем вдоль поверхности, и поэтому в условиях «глобального» бриза и «глобального разделения зарядов», атмосферные токи должны протекать по верхним, разреженным слоям атмосферы, создавая там постоянный тлеющий разряд, сопровождающийся сильными радиошумами (рис. 2).

При этом не обязательно ожидать от разряда сильного свечения, напоминающего свечение газосветных трубок. В самом деле, уменьшая ток тлеющего разряда, можно уменьшить практически до нуля его свечение, сохранив весьма высокую интенсивность радиошумов. Сказанное надежно подтверждается экспериментальными данными. Так, на графике (рис. 3) видно, что при изменении тока, протекающего через газоразрядную трубку, ее радиошумы почти не меняются по интенсивности. Это легко объяснить и

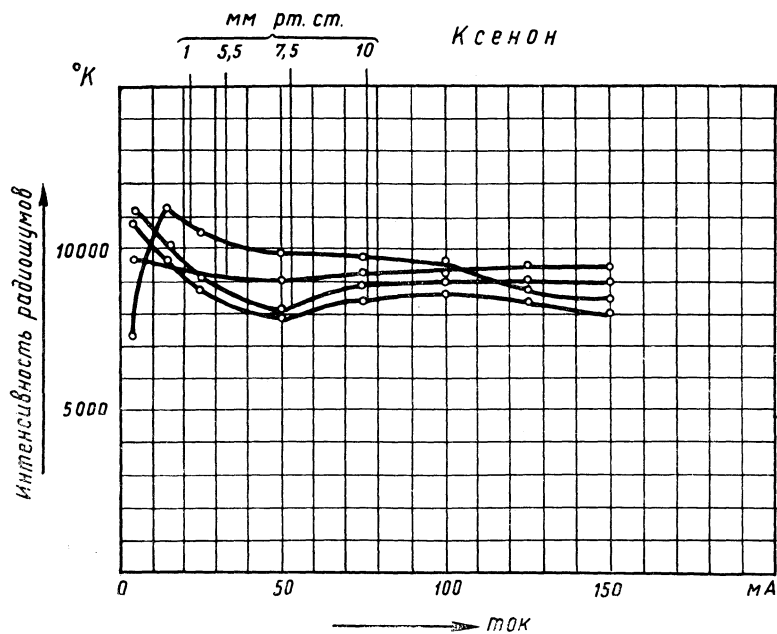
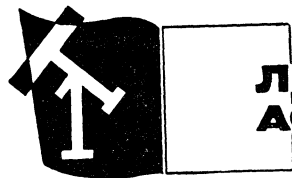


Рис. 3

теоретически: при слабом токе электроны, текущие через разреженный газ и создающие явление тлеющего разряда, соударяются с молекулами или атомами газа упруго, не теряя энергии и не вызывая свечения газа. По мере усиления тока появляются неупругие соударения, атомы поглощают избыточную энергию и отдают ее в виде светового излучения — фотонов. При этом скорость электронов, движущихся через газ, и вызванное ими радиоизлучение остаются примерно постоянными.

Таким образом, можно допустить, что в атмосфере Венеры «глобальные» бризы, охватывающие большую область планеты и обладающие большой скоростью и малой завихренностью, создают условия для возникновения тлеющего газового разряда достаточно малой светимости. Если это так, то температура поверхности Венеры может быть нагрета всего лишь до 50—60° С, а приращение эквивалентной температуры радиошумов за счет тлеющего разряда составляет 200—250° С.





В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ, СТРОЯЩИМ САМОДЕЛЬНЫЕ ТЕЛЕСКОПЫ

Беседа 3.

Полировка главного зеркала телескопа-рефлектора.

Мы уже рассказывали, как шлифовкой, сначала грубой, а затем тонкой, придать вогнутую сферическую форму поверхности стеклянного диска, который служит заготовкой для главного зеркала нашего телескопа. Теперь эту поверхность надо отполировать. После полировки заготовка станет зеркалом. Правда, оно будет отражать только около 5% света, но в фокусе его можно получить достаточно отчетливое изображение, например, Луны. (После покрытия светоотражающим слоем зеркало будет отражать до 90% света).

Для полировки сделаем полировальник. Основа его — тот же стеклянный диск, который служил шлифовальником, но полировать зеркало мы будем на специальной смоле. Для приготовления смолы понадобится кусок гудрона, древесного пека или сапожного вара и канифоль, которая придает смоле твердость. (Хорошего качества канифоль продается в музыкальных магазинах для скрипичных смычков.) На слабом огне в небольшой кастрюле осторожно расплавим канифоль, а затем гудрон или иную мягкую смолу, добавляя ее в канифоль маленькими кусочками, и тщательно размешаем смесь

деревянной палочкой. Нельзя доводить смолу до кипения и образования пузырей: она станет хрупкой, пористой и непригодной для полировки.

Нельзя заранее указать, в какой пропорции следует смешивать гудрон с канифолью. Твердость полученной смолы проверяется так: на поверхности совершенно остывшей капли смолы ноготь большого пальца, при сильном нажиме, должен оставлять заметный, но неглубокий след. Если смола получилась мягкой, нужно прибавить к ней канифоли, если твердой — гудрона. Полученную смолу процедим через два слоя марли, чтобы в ней не осталось посторонних твердых частиц, которые могут поцарапать зеркало.

Наливать смолу на стеклянный диск надо равномерно, можно разровнять ее гладкой мокрой дощечкой. Толщина слоя 4—5 мм. Пока смола не остыла, ее поверхность делится взаимно перпендикулярными канавками на квадраты со стороной примерно 20 мм; канавки выдавливаются ребром мокрой дощечки или линейки. Затем поверхность полировальника нужно отформовать поверхностью нашего будущего зеркала, также обильно смачивая его

водой, чтобы оно не прилипло к смоле. Формовку полировальника зеркалом и нанесение канавок придется повторять несколько раз, так как канавки будут раздавливаются и деформироваться, и поверхность полировальника не сразу станет гладкой и точно соответствующей форме зеркала. При этом и полировальник и зеркало придется подогревать в горячей воде (но не слишком горячей, иначе стекло может лопнуть).

Зеркало при формовке двигаем с некоторым нажимом в разных направлениях, следя за тем, чтобы на поверхности квадратов не образовались заметные пузыри, а полировальник при этом поворачиваем, чтобы он отформовался равномерно. Канавки должны быть возможно более ровными по ширине и глубине. Они нужны для контакта между отдельными частями зеркала и полировальника, для свободного перемещения полирующего вещества и выхода пузырьков воздуха.

Формовку полировальника удобно производить на станочке. Квадраты, разделенные канавками, должны быть расположены на полировальнике так, чтобы центр диска не совпадал с серединой центрального квадрата, а находился ближе к одному из его углов (рис. 1). Это нужно для того, чтобы не появились постоянные зоны, где полировка пойдет интенсивнее из-за симметричного расположения квадратов. Излишки смолы, свисающие с краев полировальника, нужно осторожно сколоть лезвием острого ножа, слегка ударяя чем-нибудь по нему. Затем полировальник тщательно обмывают со всех сторон.

Полировальник готов. Укрепим его на станочке так же, как крепился шлифовальник. На смоляную поверхность полировальника наносим жидкую каши-

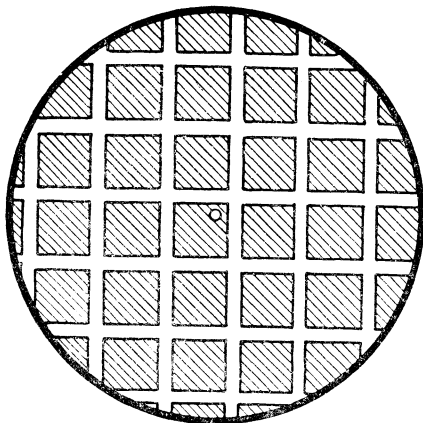


Рис. 1

цу из крокуса (или полирита) с водой. Это специальные порошки, применяемые для полировки стекла. Теперь на полировальник кладем зеркало и начинаем полировку. Она проводится точно так же, как и шлифовка, т. е. двигаем зеркало к себе и от себя на $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ радиуса. Одновременно с этим, постепенно, непрерывно поворачиваем вращающийся столик станочка с укрепленным на нем полировальником, например, по часовой стрелке, а зеркало — против часовой стрелки. Движения должны быть согласованы ритмически, чтобы полировка шла по всем направлениям как можно равномернее. Полировка идет без нажима.

Возможно, не сразу работа пойдет гладко. Зеркало может то прилипать, присасываться, то срываться. Это может получаться из-за того, что поверхность смолы еще не «приполировалась» к зеркалу (только в начале работы!), а также из-за неправильной формы поверхности зеркала после шлифовки (например, при «яме» в середине зеркало будет сильно присасываться). Углубленные зоны на зеркале полируются плохо. Если этот дефект не устраняется долго, то стоит продолжить тонкую шлифовку, изменив

характер штриха: в случае «завала» на краю и «ямы» в середине штрих укорачивают до $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ радиуса, в случае бугра в центре и приподнятого края, наоборот, удлиняют.

Полируют зеркало до тех пор, пока на поверхности его не исчезнут последние следы матовости, которые обнаруживаются в виде темных маленьких точек при рассматривании зеркала в лупу на свет. Тщательно и тонко отшлифованное зеркало полируется быстрее и лучше. Если шлифовка велась недостаточно аккуратно и на зеркале остались следы от зерен более крупных номеров абразива, они могут не сполкироваться вовсе.

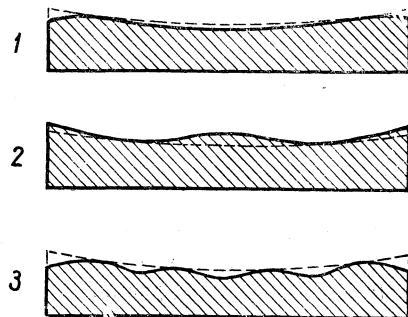
Чтобы полированная поверхность была чистой, без царапин, и отвечала предъявляемым к ней требованиям, совершенно необходимо соблюдать определенный порядок работы и некоторые меры предосторожности. Главное надо соблюдать чистоту: застелить рабочее место чистой бумагой, станочек тщательно вымыть, чисто мыть руки перед работой, рукава засучивать. Над рабочим местом не должно быть полок, занавесок, люстр и других предметов, с которых может слетать пыль. Крокус (полирит) лучше всего хранить в небольшой стеклянной баночке с пластмассовой крышечкой. Перед употреблением его надо залить водой, взболтать, дать отстояться случайным крупным частицам, а затем осторожно слить излишек воды (оставив немного над поверхностью порошка). Брать порошок надо только сверху мягкой кисточкой, каждый раз споласкивая ее в чистой воде. Перед нанесением свежей порции полирующего вещества зеркало можно лишь сдвинуть несколько в сторону, подмазать кашицу, поворотом зеркала распределить ее по полировальнику и продолжить работу. При накоплении пены от использованного крокуса обмываем

зеркало и полировальник в теплой воде.

Перед началом работы каждый раз промываем и подогреваем зеркало и полировальник в теплой воде. Затем, положив полировальник на станочек, наносим на него кистью крокус. Сверху положим зеркало и дадим ему несколько минут полежать (в центральном положении), чтобы полировальник точнее принял его форму (при длительных перерывах в работе он деформируется), а пылинки, попавшие на смолу, «утонули» бы в ней. При полировке длина штриха должна быть не более $\frac{1}{3}$ радиуса, так как длинный штрих обычно дает «завал» на краю зеркала, уничтожить который очень трудно, а он может так испортить форму зеркала, что его придется перешлифовать.

Если мы соблюдаем при полировке (так же, как и при шлифовке) штрих в $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ радиуса зеркала и работа идет плавно, ритмично, без рывков, при норме 50—60 штрихов и 1—2 оборота станочка в минуту, то должна получаться поверхность, близкая к сфере. Практически, в начале обычно получают те или иные отклонения от сферы. Наиболее характерные из них: «завал» на краю, т. е. опущенный край зеркала и «яма» в середине; приподнятый край и возвышение в середине; кольцевые концентрические возвышения и углубления (зональные ошибки). Сильно

Рис. 2



увеличенный профиль этих отклонений (они в действительности равны долям микрона) показан на рис. 2. Первая ошибка обычно возникает при применении более длинного штриха; такая же форма зеркала получается, если смола слишком мягкая.

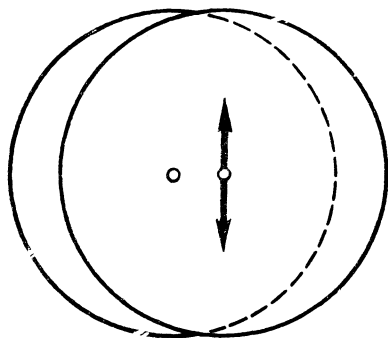


Рис. 3

Нужно попробовать вести полировку штрихом более коротким — $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ радиуса зеркала. Мягкую смолу нужно заменить на более твердую. (Необходимо знать, что для устранения даже небольшого завала края или углубления нужно споллировать всю остальную поверхность зеркала на глубину завала или углубления.) Приподнятый край и бугор

в центре, наоборот, должен устраняться удлинением штриха (но не очень значительным). Зональные ошибки хорошо устранять полировкой по хорде, т. е. не через центр, а сдвигая зеркало немного в сторону (рис. 3). Наконец, применяется и «подрезка» полировальника, когда на его поверхности острым ножом соскабливаются небольшие участки там, где полировка идет слишком интенсивно. При этом надо избегать симметрии в расположении этих участков, чтобы не возникли зональные ошибки. На рис. 4 показана подрезка полировальника для случая «завала» и «ям». Как показала практика московских любителей, для получения точной сферы при полировке целесообразно применять плавный, «разглаживающий», эллиптический штрих вместо прямолинейного (эллипс, вытянутый в направлении «к себе» — «от себя»).

Окончательно отполированная поверхность готового зеркала должна быть строго сферической формы. Чтобы телескоп давал действительно хорошие изображения, поверхность зеркала не должна отклоняться от точной сферы более чем на 0,07 мк. Для

проверки служит «теневого прибор», описанию которого будет посвящена следующая беседа. Проверять зеркало теньевым прибором лучше всего с самого начала полировки, как только зеркало станет блестеть уже настолько, чтобы его можно было испытывать, т. е. примерно че-

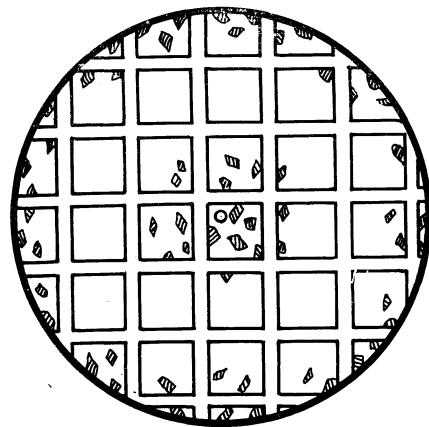


Рис. 4

рез час после начала полировки. Затем проверка повторяется через 20—30 минут, а в конце работы и чаще. Весь процесс полировки обычно продолжается не менее 10 часов.

М. М. ШЕЯКИН

ПОСТРОЙТЕ САМИ ТЕЛЕСКОП-РЕФРАКТОР!

Достать хорошие оптические детали, пригодные для сборки самодельного телескопа-рефрактора, к сожалению, довольно трудно и найти их можно далеко не везде. Однако иногда в распоряжении любителя астрономии может оказаться готовый объектив с фокусным расстоянием от 50 до 150 см, окуляры от таких распространенных оптических инструментов, как бинокль, теодолит, микроскоп и др. В этом случае можно построить телескоп-рефрактор своими руками.

Перед тем как приступить к работе, необходимо сделать следующие несложные расчеты: определить общую длину телескопа, длину основной и окулярной трубок, рассчитать увеличение телескопа с различными окулярами. Для этого определяют фокусное расстояние объектива и окуляра. Это можно сделать очень просто с помощью линейки. На ее нулевой отметке крепится исследуемый объектив или окуляр и за ним передвигается экран из плотной бумаги, на котором добиваются полу-

чения четкого изображения Солнца. Отсчет на линейке, против которого расположится в этом случае экран, и будет фокусным расстоянием.

Как изготовить тубус?

Труба телескопа — тубус служит для объединения объектива и окуляра в одну оптическую систему, для наведения на исследуемый объект, а также для устранения постороннего света. Труба должна быть достаточно жесткой, чтобы оптические оси объекта и окуляра совпадали. Вес установки тоже имеет большое значение, так как телескоп приходится выносить из помещения во время наблюдений, а затем вносить обратно.

Практика автора статьи показала, что наиболее подходящий материал для изготовления тубуса — плотный картон, бумага — ватман или полуватман, склеенные густым столярным клеем. Из этих материалов можно с успехом изготавливать трубы толщиной стенок до 6 мм и диаметром от 5 до 20 см. Такие трубы получаются очень прочными, жесткими и мало весят. Для изготовления тубуса надо иметь болванку — деревянный точеный цилиндр диаметром, соответствующим диаметру объектива. Если нет деревянного цилиндра, можно склеить цилиндр из бумаги или использовать, например, бобину, на которую наматывается типографская рулонная бумага, предварительно подогнав ее диаметр. Цилиндр берется нужной длины, его поверхность тщательно обрабатывается мелкой наждачной бумагой. Чтобы изготовленную трубу можно было легко снять, цилиндр натирают тальком.

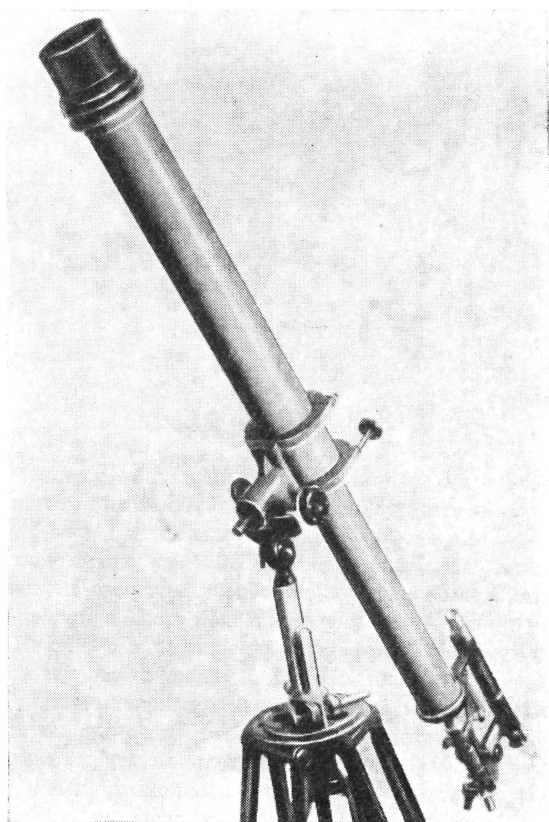
Перед тем, как клеить трубу, бумагу и картон, взятые для этой цели, необходимо смотать в рулон и оставить на несколько дней, чтобы они приняли форму цилиндра. После этого берется лист ватманской бумаги и одна сторона его закрашивается черной тушью, а затем нитролаком или просто черным лаком. Этот лист будет выстилать внутреннюю сторону тубуса. Его и нужно прежде всего обернуть вокруг болванки. Каждый следующий слой должен быть приклеен к предыдущему. После того как будет наклеено три листа бумаги, получившуюся трубу плотно обвертывают шпагатом и оставляют сохнуть при комнатной температуре на сутки. После просушки наклейку повторяют, пока толщина трубы не достигнет 2—3 мм.

Далее, берут плотный картон и разрезают его на прямоугольники. Одна сторона такого прямоугольника должна быть равна половине окружности трубы, а другая может быть произвольной. Густо смазанные клеем прямоугольники наклеивают на трубу впритык друг к другу, затем обверты-

вают шпагатом и дают высохнуть. Таким же образом накладывают следующий слой картона. Но накладывают так, чтобы швы нижнего слоя приходились посередине прямоугольников верхнего. Наклеив три слоя картона, дают трубе высохнуть. Поверх слоев картона наклеивают последний слой ватманской бумаги. После полной просушки мелкой наждачной бумагой зашлифовывают шов и красят трубу белой или серой нитрокраской, чтобы защитить ее от нагрева солнечными лучами. Если тубус должен быть длинным, то его можно составить из нескольких секций разного диаметра,двигающихся одна в другую. В качестве болванки для изготовления следующих труб может служить уже намотанная. Так как трубы получаются входящими плотно друг в друга, то их можно даже не закреплять одну в другой. Вдвигая их, можно при переноске и хранении уменьшить габариты инструмента.

Труба телескопа, сделанная автором, состоит из двух частей (рис. 1). Общая ее длина с противоросной насадкой и окулярной частью 1620 мм, а в сложенном виде 1000 мм. Часть трубы, в которой укреплен объектив, имеет толщину стенки

Рис. 1



6 мм, длину 700 мм, наружный диаметр 100 мм. Толщина стенки окулярной части трубы 5 мм, длина 700 мм, наружный диаметр 84 мм. На передний край окулярной части трубы длиной 200 мм наклеен манижет, толщина стенок которого 2 мм. Он вдвинут в трубу объектива, чем обеспечивается соединение труб объектива и окуляра и совпадение их оптических осей.

Крепление объектива

Если используется объектив от какого-либо оптического прибора и он имеет оправу, то его крепление довольно просто. Оправа объектива туго надевается на изготовленный тубус и с помощью винтов укрепляется на нем. Если же используется

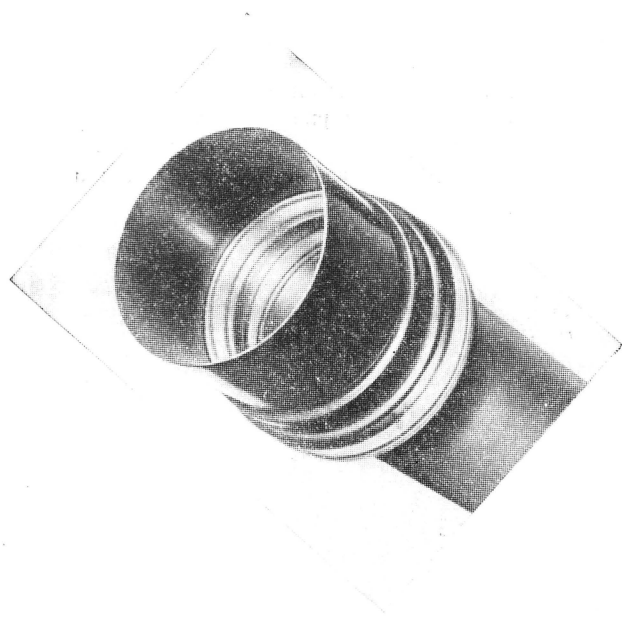


Рис. 2

объектив без оправы, то его крепление осуществляется двумя узкими цилиндрическими кольцами, вклеенными в тубус, изготовленными также из бумаги. Объектив зажимается между этими кольцами. Крайя колец нужно обрезать строго перпендикулярно к их геометрической оси, в противном случае объектив будет перекошен, его оптическая ось не совпадет с осью окуляра, и рассматриваемые объекты будут выглядеть искаженными.

В качестве объектива автор использовал ахромат фирмы «Цейсс» от зрительной трубы (рис. 2). Он состоит из двух линз — двояковыпуклой и плосковыгнутой с диаметром действующего отверстия

90 мм и имеет фокусное расстояние 1500 мм. Линзы смонтированы в бронзовой оправе, имеющей три винта для регулировки наклона объектива по отношению к оси трубы телескопа. Оправа плотно надета на трубу и крепится к ней четырьмя винтами с гайками.

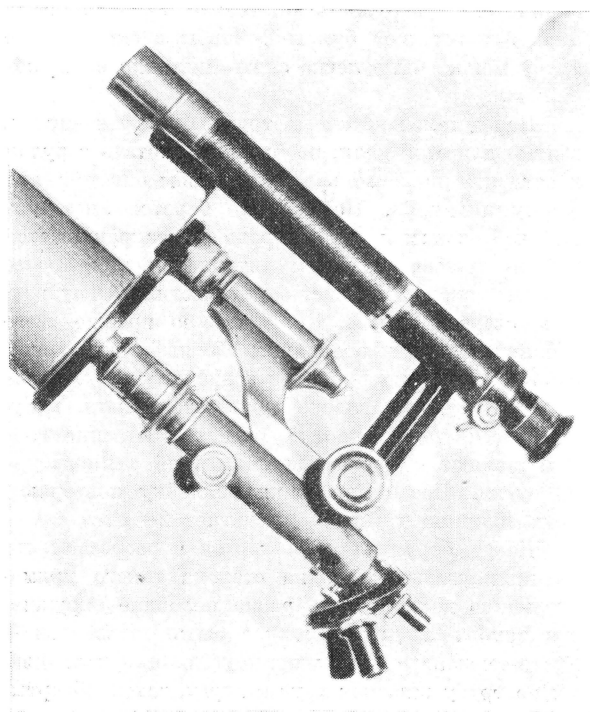
Окулярная часть телескопа

Не менее важна и окулярная часть телескопа, которая служит для крепления сменных окуляров, фотокамеры и других приборов, а также плавной наводки на резкость от руки или при помощи кремальеры. Хорошо использовать окулярный узел с кремальерой от старого микроскопа. Этот узел удобен еще тем, что имеет револьверную установку для смены объективов, которые в телескопе можно успешно использовать в качестве окуляров.

Можно также взять окулярное устройство и любого другого оптического инструмента или же самостоятельно изготовить более примитивное приспособление.

В частности, автор использовал окулярный узел микроскопа фирмы «Цейсс» (рис. 3). В качестве окуляров были взяты ахроматические объективы микроскопа, дающие следующие увеличения при

Рис. 3



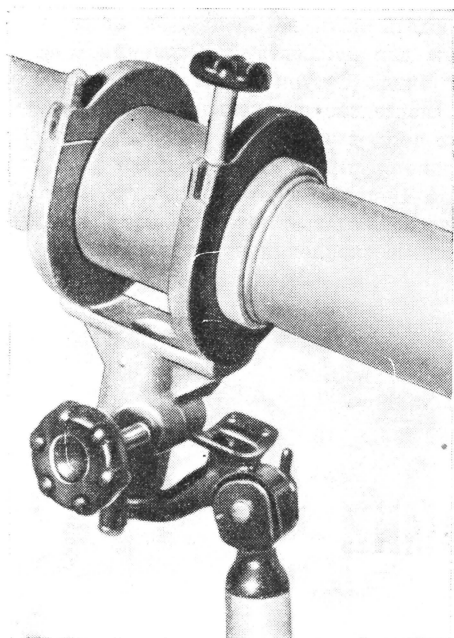


Рис. 4

фокусном расстоянии объектива телескопа, равном 1500 мм:

Собственное увеличение	8	40	90
Фокусное расстояние, мм	18,2	4,35	1,96
Общее увеличение телескопа	82	344	765

В качестве окуляров для телескопа хорошо подходят окуляры от микроскопа, которые можно приобрести в магазинах медицинского оборудования, окуляры от геодезических инструментов. Объективы от микроскопа, применяемые в телескопе в качестве окуляров, дают хорошее изображение, но поле зрения в этом случае очень ограничено.

Штатив и установка телескопа

Устойчивый и прочный штатив играет немаловажную роль во время наблюдений. Для маленьких телескопов подойдет фотографический штатив, а для более крупных — штативы от теодолитов и стереотруб. Но установку для крепления телескопа на штативе придется делать самим.

При установке телескопа на штатив труба его крепится двойным хомутом (рис. 4), в качестве которого использован держатель рентгеновской трубки, соединенный с шарниром от зубоорачебной бормашины. Шарнир обеспечивает необходимый

угол наклона телескопа в вертикальной плоскости. Для вращения телескопа в горизонтальной плоскости использована подставка от теодолита, имеющая зажимающий винт грубой наводки и винт микрометрических движений, обеспечивающий плавное перемещение телескопа в горизонтальной плоскости.

Как видим, установка азимутальная, но сейчас автор ее реконструирует на экваториальную с часовым механизмом.

Телескоп установлен на массивном устойчивом штативе от стереотрубы (рис. 5). Наводка на наблюдаемый объект производится с помощью искателя с увеличением в 15 раз, установленного над окулярной частью.

Телескоп имеет переходную втулку для присоединения фотоаппарата «Зенит».

Уход за инструментом

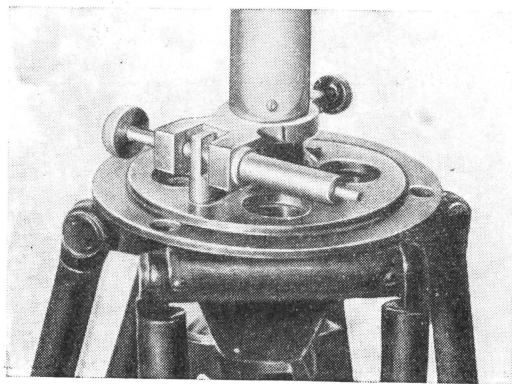
Телескоп следует защищать от сырости и пыли чехлом из брезента или пластмассовой пленки.

Линзы объектива и окуляра телескопа необходимо обязательно закрывать специальной крышечкой. (Можно использовать мешочки из пленки.) В сырую холодную ночь на объектив может выпасть роса и для защиты от нее применяется насадка «противорожник» — небольшая труба, надеваемая на верхний конец телескопа, в котором находится объектив.

Если инструмент после наблюдений вносится в помещение, то, чтобы от перепада температур не запотела оптика, ее надо плотно закрыть, трубу перевернуть чехлом.

Самое главное — поддерживать в чистоте все оптические части телескопа. Это, однако, не значит, что следует часто чистить линзы, так как при этом неизбежно возникает сеть невидимых простым глазом царапин, что создает большую потерю света

Рис. 5



и ухудшение изображений. Поэтому перед тем, как протирать объектив и окуляры, освещенную на них пыль сдувают резиновым баллончиком, а затем смоченным в спирте комочком папиросной бумаги смывают грязь. После этого линзы осторожно, без нажима протираются замшей или комочком сухой папиросной бумаги. В нерабочем состоянии оптику надо обязательно закрывать крышками.

* * *

В описанный нами телескоп можно с успехом наблюдать поверхность Луны: лунные горы, кратеры, моря. Используя солнечный экран или спе-

циальный солнечный окуляр (с темным стеклом), можно наблюдать пятна на Солнце. Из планет наиболее удобны для наблюдений Юпитер и Венера, хуже будет виден Сатурн (у которого в 1966 г. произойдет «исчезновение» кольца) и еще хуже — Марс. Кроме того, в этот телескоп можно увидеть наиболее яркие спутники Юпитера и Сатурна, планеты Уран и Нептун, некоторые малые планеты. С ним можно наблюдать также двойные и кратные звезды, звездные скопления и туманности.

М. А. МИЛЬХИКЕР

• • • • •

ВСТРЕЧА ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ СССР И ГОЛЛАНДИИ

В конце августа 1965 г. в Советский Союз приезжала большая группа голландских астрономов-любителей (85 человек), возглавляемая известным астрофизиком профессором М. Миннар-

том. Наши гости посетили в Москве Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга, Московский планетарий, Выставку достижений народного хозяйства, Дворец пионеров. За-

тем они направились в Ленинград, где осмотрели Пулковскую обсерваторию.

Всесоюзное астрономо-геодезическое общество организовало встречу голландской делегации с советскими астрономами и любителями астрономии, которая состоялась 20 августа в конференц-зале Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга. Во встрече участвовали академик А. А. Михайлов, заместитель председателя Астросовета доктор физико-математических наук А. Г. Масевич, профессора Н. П. Грушинский, К. А. Куликов, доцент П. Г. Куликовский и другие астрономы, а также около 80 членов ВАГО — любителей астрономии.

После приветственного слова заместителя директора института профессора Н. П. Грушинского выступил ученый секретарь Центрального совета ВАГО В. А. Бронштэн, который рассказал о советских любителях астрономии,

Выступает господин В. Бонненберг. В президиуме — М. Миннарт и А. Г. Масевич

Фото Ф. Трубинского



об изучении ими Солнца, планет и Луны, переменных звезд и других небесных тел, о структуре и задачах ВАГО, о строительстве в СССР народных обсерваторий и о развитии любительского телескопостроения.

От имени гостей выступил господин В. Бонненберг, осветивший деятельность Нидерландского метеоролого-астрономического общества.

Оно существует с 1901 г., насчитывает около 3000 членов и имеет свои отделения в 26 городах страны. Его члены — любители астрономии — проводят разнообразные наблюдения небесных тел и небесных явлений: метеоров, переменных звезд, покрытий звезд Луною, затмений Солнца и Луны. Возглавляет общество доктор И. Хаутгаст. Общество издает ежемесячный журнал «Nemel en Dampkring» («Небо и атмосфера»), астрономический календарь-ежегодник «Sterren-gids» («Путеводитель по звездам»), двухмесячник «De Meteor» («Метеор») — научный орган секции метеоров. Кроме того, отдельные выпуски — брошюры для любителей астрономии и телескопостроения издает народная обсерватория имени Симона Стевина в Оуденбоше.

Об исследованиях метеоров и метеоритов, ведущихся советскими любителями астрономии, рассказал К. А. Любарский. Он остановился на визуальных и спектро-

графических наблюдениях метеоров в Крыму и на экспедиционных исследованиях в районе падения Тунгусского метеорита.

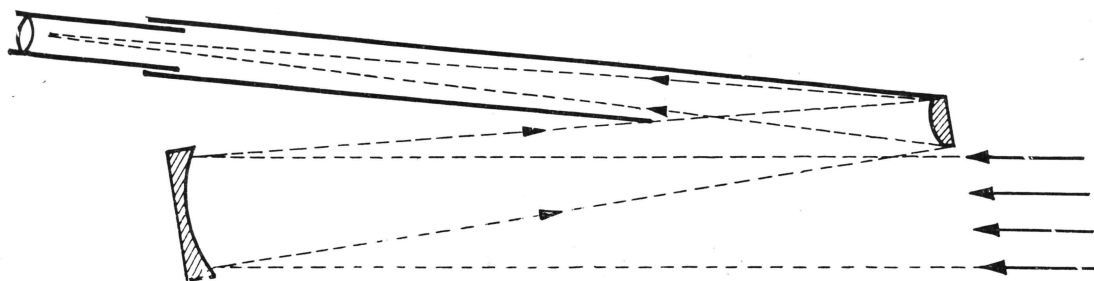
Доктор Т. Ван Дейк, в свою очередь, сообщил об исследованиях метеоритов в Голландии, об изучении содержания в них радиоактивных изотопов. Изучая каменный метеорит Монзе, выпавший 5 октября 1950 г. в Северной Родезии, докладчик совместно с К. де Ягером и И. де Меттером определил содержание в нем урана от 3 до 6 стамиллионных грамма на один грамм вещества метеорита. Содержание тория примерно втрое больше.

Об исследованиях серебристых облаков в нашей стране рассказал Н. И. Гришин.

Господин Г. Коммелло рассказал о работе любителей телескопостроения Голландии и об исследованиях переменных звезд (долгопериодических, полуправильных и неправильных). Центр, объединяющий любителей телескопостроения в Голландии, — народная обсерватория имени Симона Стевина, которой руководит Бруно Эрнст. Он же редактирует популярные брошюры — выпуски для любителей, издаваемые ротационным способом. В них содержатся практические указания по



Телескоп-брахит системы Куттера



Ход лучей в телескопе-брахите

постройке телескопов разных систем (в том числе рефлектора-брахита системы А. Куттера), по серебрению зеркал, шлифовке линз для окуляров, изготовлению оправ и штативов, наблюдениям переменных звезд, метеоров, а также некоторые другие материалы.

В заключение выступили профессор М. Миннарт и академик А. А. Михайлов. Профессор М. Миннарт поблагодарил советских друзей за теплую встречу и пожелал еще большего укрепления дружеских связей. Академик А. А. Михайлов отметил, что астрономия, подобно искусству и литературе, сближает людей разных народов, и недаром одна из девяти греческих муз — Ура́ния — посвящена астрономии.

Голландским гостям были вручены значки Всесоюзного астро-



Голландские гости в ГАИШе. В центре профессор М. Миннарт.
Фото Ф. Трубинского

Любители астрономии из Голландии осматривают павильоны
института

Фото Ф. Трубинского



номо-геодезического общества, различные издания ВАГО, номера журнала «Земля и Вселенная». Гости в свою очередь вручили советским любителям свои издания и памятные подарки.

В фойе была организована небольшая фотовыставка, отражающая работу ВАГО и его отделений. На ней были представлены фотографии Солнца, солнечной короны, Луны, планет, комет, метеоров, серебристых облаков, снимки любительских телескопов. Кроме того, была развернута выставка изданий ВАГО. Гости с интересом осмотрели выставку и выслушали пояснения.

Вечер прошел в очень теплой и дружественной обстановке.

В. Б.

ПО СЛЕДАМ ЛЕГЕНДЫ О СУРАМСКОМ ТУННЕЛЕ

«Это случилось в начале века, на Сурамском перевале, где строители пробивали туннель. Его проходили с двух сторон. И вот настал день и час, когда идущие навстречу друг другу должны были встретиться. Но встречи не произошло. Трижды производитель работ проверял расчеты и не находил ошибки. И не было инструментов, которые могли бы ему помочь.

Выходило — вся многодневная, трудная работа оказалась напрасной. Надо было все начинать сначала. В отчаянии инженер решил, что не имеет право простить себе эту грубую ошибку. И он покончил с собой. А через каких-нибудь два часа встреча все-таки состоялась. Оказалось, что винтовата самая обыкновенная рулетка: ее неисправность отразилась на точности измерения и привела к ошибке. Туннель на Сурамском перевале существует и поныне, а погибшему инженеру поставлен памятник: люди умеют ценить настоящее чувство».

Так образно и романтично описали несколько лет назад Э. Евсеев и В. Динов строительство Сурамского туннеля в статье «Долг и совесть инженера» («Литературная газета», 1962 г., 22 ноября).

Автор много раз рассказывал об этой истории школьникам и студентам младших курсов Новосибирского геодезического института в беседах о профессии геодезиста. И вот однажды, осенью 1962 г., студент Абибо Гиоргадзе, заинтересовавшись этим рассказом, а может, усомнившись в нем, написал письмо в редакцию газеты «Заря Востока» (Тбилиси). Редакция послала его в Управление Закавказской железной дороги.

Ответ, который выслал ему 12 декабря 1962 г. заместитель начальника Закавказской железной дороги И. Маринашвили, весьма интересен. Привожу его в полном виде.

«Руководителем работ по строительству туннеля на Сурамском перевальном участке был инженер путей сообщения Ф. Д. Рыдзевский, который ранее строил севастопольские туннели.

В октябре 1888 г. в торжественной обстановке состоялось соединение двух ходов, пробивавшихся с разных сторон туннеля. Оси пробитых галерей сошлись с удивительной точностью.

Приемочная комиссия выразила благодарность Рыдзевскому. Версия о самоубийстве инженера, не дождавшегося соединения ходов, является выдумкой.

Обелиск у западного портала туннеля воздвигнут в память о пребывании на месте работ в 1888 г. царя Александра III. Открытие движения поездов через туннель по новой трассе Сурамского перевала состоялось 16 сентября 1890 г. Недавно мы отмечали 90-летие первой железнодорожной линии в Закавказье — Поти — Тбилиси».

Как сообщил нам доктор технических наук профессор А. Ф. Лютиц, по расчетам студентов НИИЖТ, для 10-секундного теодолита, с которым работал Ф. Д. Рыдзевский, при длине туннеля в 4 км допустимая ошибка сбойки туннеля составляла 30 см, тогда как фактическая ошибка получилась всего 12 см!

Так развеялась легенда и восстановлено доброе имя инженера Фердинанда Донатовича Рыдзевского.

Но как и когда возникла эта легенда?

В заметке «Конец одной легенды» (о тайне Сурамского туннеля), напечатанной в журнале «Знание — сила» (1963, № 5), мы просили читателей помочь поставить точку над «и» и попытаться установить, что за таинственное самоубийство молва приписала строителю туннеля инженеру Рыдзевскому.

Автор получил несколько писем. Особенно интересные мате-

риалы прислал доктор технических наук профессор Д. Н. Оглоблин (Донецк), благодаря любезности которого появилась возможность закончить рассказ о Сурамском туннеле.

Как пишет профессор Д. Н. Оглоблин, журналист А. Карапетян (Тбилиси) на основании изучения архивных документов, периодической литературы и отдельных изданий пришел в 1960 г. к следующим результатам (газета «Гудок», 1960 г., 30 октября).

В сентябре 1888 г. царь Александр III с семьей отправился в поездку по Кавказу. В числе сопровождавших его лиц был и министр путей сообщения К. Н. Посьет. В одной из бесед с Рыдзевским министр выразил пожелание, чтобы встреча двух ходов туннеля состоялась в дни пребывания царя.

Заручившись согласием Рыдзевского, Посьет доложил царю, что 11 октября должно состояться соединение ходов. Но к назначенному дню программа не была выполнена, так как последние метры туннеля оказались самыми трудными. Со стороны Беглета все время приходилось работать чуть не по грудь в воде. Был слышен стук инструментов с противоположной стороны, но казалось, что стучат где-то выше.

Над головой Рыдзевского собрались тучи. Посещение царем строительства прошло негласно, газеты о нем не писали. Ставилась под сомнение сама идея постройки такого сооружения силами государственного аппарата (туннель строился временным управлением казенных железных дорог, вице-председателем которого был Рыдзевский). Под ударом оказался и адмирал Посьет.

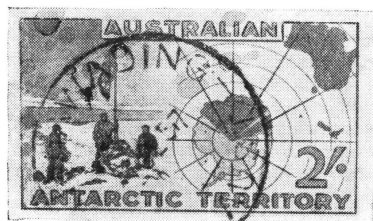
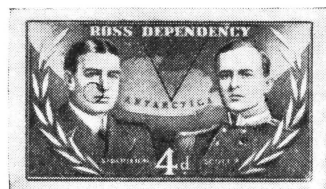
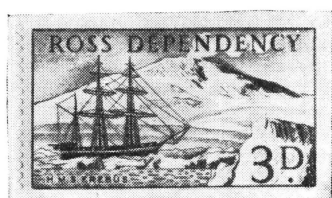
12 октября 1888 г. Посьет вызвал к себе в Михайлово Рыдзевского на доклад. Он упрекнул инженера в просчетах, но тот ответил, что никакого просчета нет, а,

(Окончание на стр. 94)

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

МАРКИ ОБ АНТАРКТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

ВО ВРЕМЯ МГГ



Международный геофизический год (МГГ) проводился с июля 1957 г. по 31 декабря 1958 г. Работы, начатые во время МГГ, были продлены еще на год по программе Международного геофизического сотрудничества (МГС). В этом грандиозном по масштабам научном мероприятии приняли участие тысячи ученых более 50 стран.

В изучении Антарктиды изъявили желание участвовать Аргентина, Австралия, Бельгия, Великобритания, Новая Зеландия, Норвегия, Франция, Чили, СССР, США, ЮАР и Япония. В период МГГ они выпускали марки, посвященные исследованиям в Антарктике.

В начале 1956 г. была сооружена база всех последующих советских экспедиций — южнополярная обсерватория «Мирный», названная в честь одного из кораблей, на которых в 1820 г. первооткрыватели Антарктиды — русские мореплаватели Ф. Беллинсгаузен и М. Лазарев достигли ее берегов.

В октябре 1956 г. Министерство связи СССР выпустило марку, на которой на фоне айсберга изображены корабли советской антарктической экспедиции, а выше помещена схематическая карта Южного полярного бассейна. Пожалуй, это одна из первых марок, относимая советскими филателистами к МГГ.

Вторая советская марка из серии МГС вышла в августе 1959 г. На ней дана схема расположения станций «Мирный», «Восток», «Лазаревская» и «Полус недоступно-

сти» и общий вид одной из них. Вверху в левом углу — эмблема МГГ: земной шар, опоясанный орбитой спутника.

Норвегия посвятила Международному геофизическому году три марки.

1 июля 1957 г. — в первый день МГГ — в Японии выпущена марка с изображением пингвина, силуэта японского экспедиционного судна «Соя» и часть эмблемы МГГ.

11 января 1957 г. на берегу моря Росса Новой Зеландией была открыта станция «Скотт». В этот же день поступили в продажу марки серии «Росс Дипенденси» в честь Джеймса Росса, руководителя английской экспедиции 1839—1843 гг. Эта экспедиция открыла Землю Виктории и огромный ледник, называемый теперь ледяным барьером Росса. На марке — экспедиционный корабль «Эребус» на фоне одноименного вулкана. На другой марке — портреты Э. Шеклтона и Р. Скотта. Шеклтон руководил английской экспедицией 1907—1909 гг., во время которой был достигнут Южный магнитный полюс. Скотт возглавлял первые походы в глубь Антарктиды в 1901—1904 гг., а 17 января 1912 г. покорил Южный полюс, на месяц позднее Амундсена.

Австралия, Аргентина и Чили, особо заинтересованные в получении метеорологических данных из районов Антарктиды для улучшения своих прогнозов погоды, уже имели там свои станции, которые и были приспособлены для наблюдений по программе МГГ. В 1957 г. австралийское почтовое ведомство выпустило марку, на которой в правой половине даны контуры Австралии и Антарктиды, а в левой, на фоне антарктического пейзажа, — три полярника стоят у австралийского флага. Марка, выпущенная Аргентиной, в связи с ее участием в работах МГГ, изображает Антарктиду и сектор территории, на которой расположены аргентинские антарктические станции. Почта Чили посвятила МГГ две марки с одинаковым сюжетом. На них изображена часть Антарктиды с чилийскими антарктическими станциями и Южный полярный круг.

Бельгия в честь антарктической экспедиции выпустила 10 октября 1957 г. марку и блок одного сюжета: на переднем плане — ездовые собаки, а на заднем — лагерь экспедиции.

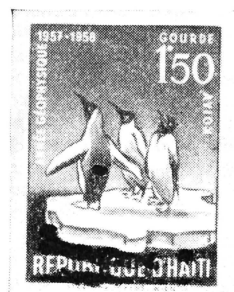
Интересна серия из четырех марок Фолклендских островов, на которых сделана надпечатка: «Трансантарктическая экспедиция 1955—1958 гг.» в честь англо-новозеландской экспедиции. Новозеландский отряд экспедиции возглавлял Э. Хиллари, первый покоритель Джомолунгмы, высочайшей вершины земного шара.

Из стран, не принимавших участия в антарктических исследованиях по программе МГГ, но посвятивших им марки, можно назвать Венгрию и Гаити. На венгерской марке изображен контур Антарктиды и пунктиром показаны маршруты английской экспедиции под руководством В. Фукса, новозеландской — под руководством Э. Хиллари и путь русского воздушного спасательного отряда под руководством В. Перова во время поисков потерпевших аварию бельгийцев.

Гаити выпустила серию марок и блок, посвященные МГГ. Две марки изображают пингвинов на льдине.

Антарктида завоевала прочное место в тематической филателии. Этой увлекательной теме посвящают свой досуг сотни филателистов.

Е. В. МИЛОВИДОВ





УТЕРЯННАЯ КОМЕТА НАЙДЕНА

История астрономии знает немало случаев «утери» комет. Из 52 комет с периодами обращения от 3,3 до 81 года, наблюдавшихся при двух и более появлениях, было семь, считавшихся давно утерянными. Это — кометы Неуймина — 2 (1927 I), Брорзена (1879 I), Темпеля — Свифта (1908 II), де Вико — Свифта (1894 IV), Темпеля — I (1879 III), Биелы (1852 III) и Холмса (1906 III) *.

Хотя со времени последнего возвращения этих комет прошло от 38 до 113 лет, американский астроном Б. Марсден произвел численное интегрирование положений утерянных комет до 1975 г. Вычисления велись на электронно-счетных машинах с учетом возмущений от планет. Были опубликованы элементы орбит и эфемериды всех семи комет на их ближайшее появление.

Результаты не замедлили сказаться. 16 июля 1964 г. на фотографии, полученной с 40-дюймовым рефлектором Морской обсерватории во Флагстаффе (США), Элизабет Рёмер обнаружила слабую комету 19-й величины, оказавшуюся кометой Холмса.

* В скобках указаны год последнего прохождения комет через перигелий и порядковый номер в этом году.

Поправка к эфемериде Марсдена составила всего 0,7 суток.

В 1965 г. наступили благоприятные условия для поисков исчезнувшей 70 лет назад кометы де Вико — Свифта. Интересна ее история. Комета была открыта 22 августа 1844 г. итальянским астрономом де Вико в Риме и была довольно яркой: 5—6-й величины. Ее наблюдали до конца года. Когда известный французский астроном У. Леверрье вычислил ее орбиту, оказалось, что она почти совпадает с орбитой кометы, которую наблюдал в 1678 г. его соотечественник Ла Гир. Период обращения кометы де Вико оказался равным 6,25 года. Но в течение следующих семи возвращений к Солнцу наблюдать ее не удалось, и ее сочли утерянной.

Но вот 20 ноября 1894 г. Э. Свифт в Калифорнии обнаружил комету 12-й величины, которая, согласно вычислениям немецких астрономов Бербериха и Шульгофа, оказалась все той же кометой де Вико. Ей присвоили двойное наименование: комета де Вико — Свифта. Но увы, спустя два месяца после открытия комета надолго исчезла.

Стремясь улучшить элементы Марсдена, доктор И. Шубарт из Астрономического вычислительного института в Берлине проинтегрировал движение кометы де Вико — Свифта не с 1894 г., как это сделал Марсден, а с 1844 г., используя первые надежные наблюдения кометы. Были учтены возмущения от планет, которые оказались настолько велики, что в 1973 г. комета придет к пе-

ригелию на два месяца раньше, чем предполагалось в 1963 г. (при первых расчетах Марсдена). Новые элементы орбиты и эфемериды были опубликованы 18 июня 1965 г.

А уже через 12 дней, 30 июня, доктор Арнольд Клемола (Южная обсерватория Изель-Колумбия в Аргентине) сообщил об открытии утерянной кометы. Она была, увы, 17-й величины, имела туманную оболочку (кому) в 15" диаметром и была без хвоста. Ее положение было измерено с помощью 20-дюймового двойного астрографа.

Как сообщил 19 июля 1965 г. Б. Марсден, нет сомнений в том, что открытый Клемолой объект — давно утерянная комета де Вико — Свифта. Ее положение согласуется с элементами Шубарта точнее, чем до 0,3, если исправить момент прохождения перигелия на 3,5 суток. Комета прошла перигелий 23 августа, но продолжала приближаться к Земле до середины октября. Блеск ее возрос до 15,5 величины. К началу 1966 г. комета успела удалиться от Солнца и Земли на 2 а.е. и упала в блеске до 19-й величины. Она получила предварительное обозначение 1965 е.

Будем надеяться, что больше она утеряна не будет, и что совместные усилия вычислителей и наблюдателей приведут к отысканию остальных четырех утерянных комет (кроме разве кометы Биелы, рассыпавшейся на части буквально на глазах у астрономов).

(Начало на стр. 91)

очевидно, переоценили скорость проходки. Во время этого разговора в дверь постучали и вошел связист станции с депешей министру. Адмирал, прочитав депешу, воскликнул: «Как! Застрелился!» Во дворе эту весть подхватили и она покатилась, как снежный ком, обрастая слухам и догадками. «Застрелился! Кто застрелился? Ну, конечно, инженер. Оси не сошлись, вот он и застрелился».

Через некоторое время стало известно, что в Тифлисе, запутавшись в денежных делах, застрелился директор управления об-

щества «Закавказских железных дорог» Аленников. Однако слух о самоубийстве инженера Рыдзевского уже перешагнул Кавказский хребет и распространился в России. А в 10 часов утра 13 октября в помещении телеграфа вновь застучал аппарат Морзе. Депеша сообщала: «Туннель пробит!» Остальное нам известно. В сентябре 1890 г. по новому подземному пути пошел поезд.

22 июля 1898 г. близ станции Цица у выхода из туннеля открыт обелиск высотой более 6 м в память посещения туннеля Александром III. Обелиск стоит

на пьедестале из пяти камней серого гранита, весом от 10 до 15 т. Сверху обелиск был украшен золоченым шаром и черным орлом. Во время Февральской революции сняты двуглавый орел и мемориальная доска. С тех пор памятник стал обрастать легендой. Уже 75 лет по туннелю ходят поезда, а обелиск у туннеля стоит как памятник о создании этого замечательного сооружения и его мужественных строителей.

А. В. БУТКЕВИЧ,
профессор



В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «НАУКА»

Издательство «Наука» Академии наук СССР готовит к выпуску в свет в 1966 г. ряд книг, освещающих проблемы астрономии, геофизики, космических исследований. Среди них:

П. И. БАКУЛИН, Э. В. КОНОНОВИЧ, В. И. МОРОЗ. Курс общей астрономии. Главная редакция физико-математической литературы. 30 л. 1 р. 20 к. Учебник общей астрономии для студентов вузов. Может быть рекомендован для студентов педагогических институтов и учителей средних школ.

Г. Г. ВОРОБЬЕВ. Что вы знаете о тектитах? Научно-популярная серия, 10 л., 30 коп. Тектиты — необычные стеклообразные тела, обнаруженные в Чехословакии, Китае, Индокитае, США, Австралии и Африке. В СССР тектиты не найдены. Книга рассчитана на геологов, краеведов, петрографов и научную общественность, интересующуюся проблемой тектитов.

О. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ. Кометы. Главная редакция физико-математической литературы. 18 л. 1 р. 36 к. Обзор современного состояния сведений о кометах. В книгу включены и оригинальные результаты, полученные автором. Книга рассчитана на астрономов, но представит интерес и для физиков.

Ф. Ю. ЗИГЕЛЬ. Звезды ведут в бесконечность. Изд. 2-е, дополненное. Главная редакция физико-математической литературы. 12 л. 45 коп. В книге, рассчитанной на широкий круг читателей, интересующихся астрономией, описываются типы звезд и галактик, скопления галактик, излагаются достижения радиоастрономии.

К. А. КУЛИКОВ. Новая система астрономических постоянных. Главная редакция физико-математической литературы. 8 л. 68 к. Автор излагает проблемы, связанные с 30-летней подготовкой новой системы, приводит систему, которая теперь

применяется везде. Книга рассчитана на астрономов, геодезистов, геофизиков, может быть использована студентами соответствующих специальностей.

П. Г. КУЛИКОВСКИЙ. Справочник любителя астрономии. Изд. 4-е, переработанное. Главная редакция физико-математической литературы. 37 л. 1 р. 72 к. Книга представляет собой популярное изложение задач и методов современной астрономии, описание некоторых звезд, планет, комет, метеорных тел и др. Может быть рекомендована астрономам-любителям, преподавателям астрономии средней школы, участникам кружков, лекторам, а также специалистам-астрономам.

Л. Л. РАССОЛИМО. Байкал. Научно-популярная серия. 10 л. 30 к. Настоящая книга — результат тщательного изучения новых данных о Байкале — одном из интереснейших озер мира. Автор рассказывает о комплексном режиме озера, об использовании его природных ресурсов, формировании древней котловины. Книга рассчитана на широкий круг читателей.

В. Г. СЕЛИХАНОВИЧ, Г. П. ЛОГИНОВ, А. Алексей Николаевич Савич. Научно-биографическая серия. 12 л. 92 к. Книга знакомит читателей с жизнью, научной и педагогической деятельностью выдающегося русского астронома. Рассчитана на широкий круг читателей.

Фигура Луны и проблемы лунной топографии. Перевод с английского и немецкого под редакцией Ю. Н. Липского. 15 л. 1 р. 38 к. Изучение Луны — ближайшего соседа Земли — актуальнейшая проблема, от которой зависит успешное проведение многих космических экспериментов. Книга представляет сборник статей по различным вопросам, касающимся изучения лунной поверхности. Большое внимание уделено фотографированию Луны и исследованию некоторых участков лунной поверхности. Сборник может быть полезен астрономам, геодезистам, картографам, специалистам в области космонавтики и радиосвязи.

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

Убедительно прошу опубликовать в очередном номере журнала следующее письмо.

В «Школьном астрономическом календаре» за 1966 г., в таблице на стр. 4—7 содержится грубая ошибка, попавшая в печать по моему недосмотру. В колонке 5 «Звездное время в московскую полночь» дано завышенное значение звездного времени. Что-

бы получить действительное значение звездного времени в московскую декретную полночь, следует все данные колонки 5 уменьшить на 29^m 43^s.

Приношу всем товарищам, пользующимся «Школьным астрономическим календарем», свои извинения за допущенную ошибку.

Доцент М. М. ДАГАЕР

19 ноября 1965 г. в крупнейшем научном центре страны — Тбилиси состоялась читательская конференция по обсуждению научно-популярного журнала Академии наук СССР «Земля и Вселенная». Конференция была организована Академией наук Грузинской ССР, Тбилиским государственным университетом и Тбилиским отделением Всесоюзного астрономо-геодезического общества АН СССР. На конференции, проходившей в актовом зале университета, присутствовали директор института и их заместители, заведующие кафедрами, руководители гидрометеорологической службы республики, заведующие отделами институтов, сотрудники геофизических и астрономических научно-исследовательских учреждений Тбилиси и Абастуманской астрофизической обсерватории.

После вступительного слова вице-президента ВАГО ректора Тбилисского университета — из-

вестного астронома академика Академии наук ГрузССР Е. К. Харадзе с докладом о работе журнала «Земля и Вселенная» выступил заместитель главного редактора профессор И. А. Хвостиков. В развернувшемся после доклада оживленном обсуждении приняли участие зав. кафедрой геофизики университета профессор М. Я. Нодия, директор Института геофизики АН ГрузССР А. В. Бухникашвили, сотрудники институтов. Были высказаны пожелания, направленные на дальнейшее улучшение журнала. Участники конференции положительно оценили первые вышедшие номера журнала и указали в принятом решении, что «новый научно-популярный орган Академии наук СССР несомненно будет иметь огромное значение».

Пожелания, содержащиеся в решении конференции, будут учтены в дальнейшей работе редакции журнала «Земля и Вселенная».



(К стр. 26)

Чтобы получить правильный ответ, вздумайте в текст задачи и попытайтесь найти ключевой вопрос, который поможет вам решить ее. Таким ключевым вопросом будет пятый. В самом деле, только по берегам одного — Каспийского моря наша государственная граница дважды соприкасается с границей одного государства — Ирана. Отсюда вытекают ответы на все вопросы:

1. Корабль идет по Каспийскому морю. 2. В западном направлении (в полдень Солнце находится с левого борта корабля). 3. Из Туркменской ССР в Азербайджанскую ССР. 4. Из Красноводска в Баку. 5. С Ираном. 6. Зимой (полуденное Солнце — низкое для широты Баку).

(К стр. 76)

Примерно через 3 недели, так как указанные в задаче фазы отделены друг от друга промежутком не менее 20 суток.

(К стр. 76)

Сходство: все созвездия видны одинаково как с Земли, так и с Луны. Отличия: на Луне небо всегда темного цвета; можно одновременно видеть и Солнце и звезды, находящиеся даже вблизи его диска. Кроме того, на небе Луны видно светило, по видимым размерам почти в четыре раза превышающее Солнце. Это Земля.

Ответы на кроссворд, помещенный в № 6 журнала

По горизонтали: 3. Тааль. 6. Метеорограф. 11. Диаметр. 12. Канопус. 15. Стеньга. 16. Радист. 17. Гиппарх. 20. Метеор. 24. Милля. 22. Рейс. 23. Парсек. 24. Мениск. 25. Звук. 30. Фаза. 32. Нуклон. 33. Протеин. 34. Рамадан. 35. Магнето. 36. Миранда. 37. Люцифер. 38. «Мироведение». 41. Фобос.

По вертикали: 1. Габбро. 2. Блажко. 4. Фотометрия. 5. Терминатор. 7. Гавайи. 8. Градус. 9. Октант. 10. Апогей. 13. Рефрактор. 14. Карпентер. 18. Цефей. 19. Метон. 26. Винер. 27. Коронограф. 28. Компас. 29. Модель. 30. Функционал. 31. Зумпф. 39. «Восход». 40. Дракон.

Научно-популярный журнал «ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Орган секции физико-технических и математических наук
Президиума Академии наук СССР
и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук И. А. ХВОСТИКОВ

Ответственный секретарь Е. П. ЛЕВИТАН

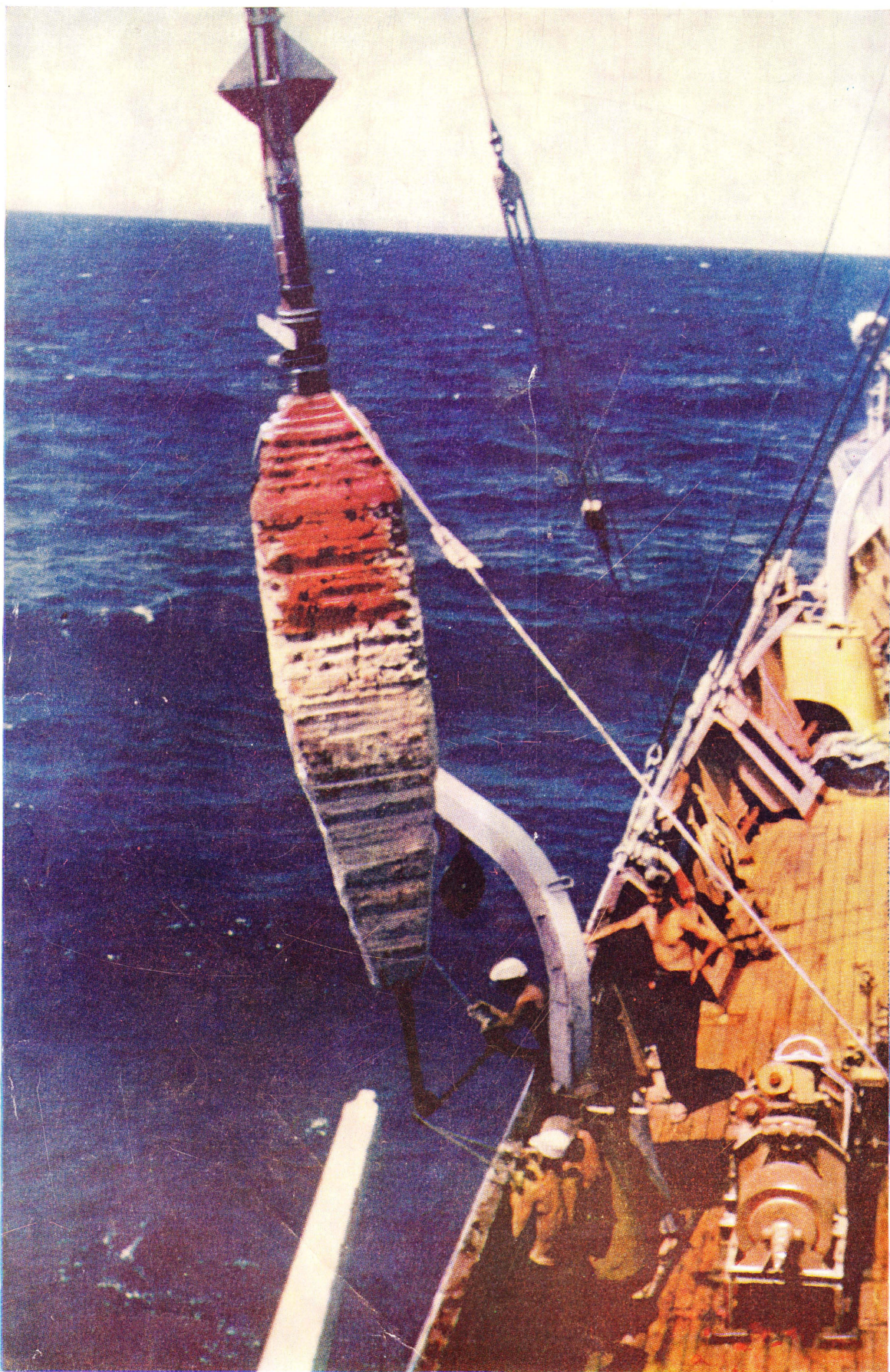
Кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOB, кандидат физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, кандидат физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор геол.-мин. наук В. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, кандидат техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ

Художественный и технический редактор В. Ф. Ситникова

Адрес редакции: Москва, В-333, Ленинский пр., 61 Тел. АВ 7-78-14, АВ 7-67-09
Т-01730 Подписано к печати 14/II—1966 г. Тираж 29000 экз. Заказ № 3159
Бум. л. 3 Формат бумаги 84 × 108¹/₁₆. Печ. л. 10,8 + 1 вклейка. Уч. изд. л. 11,1
2-я типография издательства «Наука». Москва, Г-99, Шубинский пер., 10



Хвост кометы Икейа-Секи, восходящей из-за горного хребта Заилийский Ала-Тау. Фотография получена Д. А. Рожковским на светосильной камере Шмидта Астрофизического института АН КазССР 31 октября 1965 г. Экспозиция $\frac{1}{2}$ минуты, угловой диаметр снимка — 10° . Две яркие звезды близ центра снимка γ и δ Чаши



Цена 30 коп.

Индекс
70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»